

LA  
PALÉONTOLOGIE ÉTHOLOGIQUE <sup>(1)</sup>

PAR

**Louis DOLLO,**

Professeur de Paléontologie à l'Université,  
Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, à Bruxelles (Musée).

---

PLANCHES VII-XI.

---

*A la mémoire de Woldemar Kowalevsky (1843-1883),  
mon véritable Maître en Paléontologie.*

I.

**INTRODUCTION.**

**1.** — La *Paléontologie* a pour but l'étude des Organismes fossiles, c'est-à-dire de ceux qui nous ont laissé leurs traces dans les terrains, au cours des âges géologiques.

**2.** — Bien qu'il n'y ait pas de raison, à priori, pour qu'un Organisme soit, nécessairement, un Animal ou une Plante, on divise, pratiquement, la Paléontologie en *Paléontologie animale* et *Paléontologie végétale* <sup>(2)</sup>.

---

(1) Leçon d'ouverture du Cours de Paléontologie animale à l'Université de Bruxelles (20 octobre 1909).

(2) Il n'y a que deux règnes dans la Nature : les Anorganismes et les Organismes.

Sur la division des Organismes, non en deux, mais en douze sous-règnes, consulter :

A. LAMEERE. *Prolégomènes de Zoogénie*. BULLETIN SCIENTIFIQUE DE GIARD. 1894. Vol. XXIII, p. 399.

Sur la division des Organismes en deux sous-règnes, mais non en Animaux et Végétaux, consulter :

J. MASSART. *Recherches sur les Organismes inférieurs (V. Sur le protoplasme des Schizophytes)*. MÉMOIRES COURONNÉS PAR L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE. 1901. Vol. LXI, p. 32.



**3.** — Il ne sera question, ici, que de *Paléontologie animale*, puisque, à l'Université de Bruxelles, la Paléontologie végétale est confiée à un botaniste spécialisé dans cette direction.

Et il doit en être ainsi, rationnellement. Car la Paléontologie n'est pas une branche de la Géologie, mais une branche de la *Biologie*.

En effet, la Paléontologie n'emprunte à la Géologie que la *notion chronologique*, — capitale, il est vrai, — notion de succession, basée sur le principe de la superposition des couches.

Mais, pour le reste, c'est une science purement biologique, attendu que, comme le dit excellemment l'éminent paléontologiste écossais R. H. Traquair :

« Does an animal cease to be an animal because it is preserved in stone instead of spirits? Is a skeleton any the less a skeleton because it has been excavated from the rock, instead of prepared in a macerating trough? <sup>(1)</sup> »

Les connaissances et les méthodes du paléontologiste doivent donc être essentiellement des connaissances et des méthodes biologiques.

**4.** — En réalité, la Paléontologie animale, c'est la *Zoologie des Fossiles*.

Zoologie fort spéciale, extrêmement unilatérale, vu que, sauf de rares exceptions, c'est du *squelette* seul, à l'exclusion des autres systèmes d'organes, qu'il faut obtenir les réponses à toutes les questions.

Et de quels squelettes! Incomplets, fragmentaires, déformés, écrasés! D'où l'obligation, chez le paléontologiste, d'aptitudes, de procédés et d'une expérience à part, qui justifient la séparation de la Paléontologie comme une branche autonome de la Biologie.

Autrement, la Paléontologie animale ne serait que de la Zoologie ordinaire, à laquelle viendrait s'ajouter pourtant la notion chronologique.

**5.** — Maintenant, je sais bien qu'il y a des Organismes, comme les Mollusques et les Brachiopodes, par exemple, dont les formations squelettiques sont, habituellement, très peu instructives au point de vue morphologique. Qu'en faire?

---

(1) R. H. TRAQUAIR. *Presidential Address to the Section of Zoology*. REPORT OF THE BRITISH ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (BRADFORD, 1900). Londres, 1901. Vol. LXX, p. 768.



Mais, précisément, il est possible, et il convient, de laisser la *Conchyliologie* au géologue, pour établir la *Chronologie*, en toute indépendance, car la *Superposition* des couches ne lui suffit pas.

Quant aux Vertébrés fossiles, aux Arthropodes fossiles, aux Échinodermes fossiles, ou autres Organismes analogues, — dont la Morphologie squelettique est si hautement significative au point de vue biologique, — ils appartiennent au paléontologiste, qui est un biologiste, et qui, seul, peut les comprendre et en tirer tout le parti qu'ils comportent.

**6.** — En un mot, — la *Chronologie* au géologue, — la véritable *Paléontologie* au biologiste.

## II.

### HISTORIQUE.

**1.** — Après ces explications, qui m'ont paru indispensables au début de ce Cours, je désire esquisser brièvement le *développement historique* de la Paléontologie.

Car, si mon intention n'est pas d'entrer, aujourd'hui, dans beaucoup de détails, je tiens, cependant, à indiquer, dès à présent, les phases principales par lesquelles notre Science a passé, pour faire saisir plus nettement où nous en sommes actuellement et dans quel esprit nous devons l'étudier <sup>(1)</sup>.

**2.** — Ces *phases principales* sont au nombre de trois :

1. — Fabuleuse, ou empirique.
2. — Morphologique, ou rationnelle.
3. — Transformiste, ou définitive.

**3.** — Et je choisirai comme *figures représentatives* de chacune de ces trois époques : J. J. Scheuchzer, G. Cuvier, W. Kowalevsky.

---

(1) A ceux qui voudraient une histoire détaillée de la Paléontologie, je recommanderais l'ouvrage suivant :

K. A. VON ZITTEL. *Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts*. Munich, 1899.



## 1.

## ÉPOQUE FABULEUSE.

J.-J. Scheuchzer (1672-1733).

1. — Laissant de côté Empédocle (450 av. J. C.), qui regardait les ossements d'hippopotame fossile de la Sicile comme les restes d'une race de Géants, — ou Mazurier (1613), qui crut reconnaître, dans des débris de mastodonte, le squelette de Teutobochus, roi des Cimbres, — et tant d'autres cas analogues, — rien ne montre mieux l'absence de méthode qui caractérise notre première époque que l'histoire, classique, de *Jean-Jacques Scheuchzer* <sup>(1)</sup>.

Fils de médecin, et médecin lui-même, ce fut un chercheur enthousiaste et fécond, qui rendit de réels services à la Géologie et exerça une grande influence sur ses contemporains.

Ce n'était donc pas un simple amateur.

2. — Et, pourtant, qui ne connaît la Salamandre géante du Miocène d'Oeningen (Bade), décrite, par lui, comme *Homo diluvii tristis testis* :

« Ein recht seltenes Denkmal jener verfluchten Menschengeschlechter der ersten Welt. Die Abbildung gibt zu erkennen den umcreyss des Stirnbeins, die Augenleisen, das Loch an der untern Augenleise, welches dem grossen Nerven vom fünften Paar den Durchpass giebt, Ueberbleibsel des Gehirns, das Jochbein, etwas übriges von der Nasen, ein ziemlich Stück von denen kauenden Mäuslein, weiter 16 Rückgratwirbel und Anzeigen der Leber.

Betrübtes Beingerüst von einem armen Sünder,

Erweiche Stein und Herz der neuen Bosheitskinder <sup>(2)</sup>. »

L'original de cet « Homme antédiluvien », dont Cuvier révéla la véritable nature, est, aujourd'hui, au Musée Teyler, à Haarlem ; il porte, actuellement, le nom d'*Andrias Scheuchzeri*, en l'honneur de celui qui le découvrit.

3. — Maintenant, comment Scheuchzer, qui avait fait des études anatomiques, put-il commettre une *erreur aussi colossale* ?

<sup>(1)</sup> *Jean-Jacques Scheuchzer*, né, à Zurich, en 1672, Professeur de Mathématiques au Gymnase de cette ville, où il mourut en 1733.

<sup>(2)</sup> J. J. SCHEUCHZER. *Homo diluvii testis et Θεοσκοπος*. Zurich, 1726.



C'est encore Cuvier qui va nous l'indiquer :

« Aveuglement de l'esprit de système. »

« Au lieu de chercher par une comparaison directe, on aura employé la voie du raisonnement. »

« La seule comparaison avec un squelette d'homme aurait déjà pu désabuser de l'idée que c'était un anthropolithe <sup>(1)</sup>. »

**4.** — Sans doute, des erreurs sont toujours possibles. Nous en com-mettons tous. La Nature est pleine de pièges. Et, en Paléontologie, c'est encore pis, vu le mauvais état habituel des matériaux.

Mais des erreurs comme celle de Scheuchzer ne sont pas des erreurs accidentelles. Ce sont des *erreurs de méthode*.

A vrai dire, celle-ci manque encore. Un naturaliste fameux va la créer, et, avec elle, la Paléontologie.

## 2.

### ÉPOQUE MORPHOLOGIQUE.

G. Cuvier (1769-1832).

**1.** — Ce qui prouve bien que la Paléontologie est une science biologique, c'est que son fondateur fut un zoologiste, et non un géologue.

J'ai nommé *Georges Cuvier* <sup>(2)</sup>.

**2.** — Avec lui, la *Paléontologie* cesse d'être la « Science des Pétrifications », pour devenir l'*Anatomie comparée* (ou, comme on dit aujourd'hui, la Morphologie) *des Fossiles*.

Aussi, dans ses travaux, l'étude du fossile est-elle toujours précédée de l'examen approfondi du vivant correspondant.

**3.** — « Comme je me propose de publier dans ces annales une partie des recherches que j'ai faites pour reconnaître à quelles espèces ont appartenu les ossemens fossiles, je dois donner, avant tout, l'ostéologie de quelques quadrupèdes qui n'ont point encore été décrits sous ce rapport <sup>(3)</sup>. »

<sup>(1)</sup> G. CUVIER. *Recherches sur les Ossemens fossiles*. 4<sup>e</sup> édition. Paris, 1834-36. Vol. X, pp. 361, 363, 365.

<sup>(2)</sup> *Georges Cuvier*, né, à Montbéliard, le 24 août 1769, Professeur d'Anatomie comparée au Jardin des Plantes, mort, à Paris, le 13 mai 1832.

<sup>(3)</sup> G. CUVIER. *Description ostéologique du rhinocéros unicolore*. ANNALES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE. Paris, an XII (1804). Vol. III, p. 32.



Ainsi débute le premier de cette série de mémoires parus dans les *Annales* du Muséum de Paris, de 1804 à 1810, et dont la réunion va constituer les *Recherches sur les Ossements fossiles*, monument impérissable qui conserve encore actuellement toute sa valeur.

**4.** — Cette *œuvre magistrale* eut quatre éditions successives, chaque édition nouvelle enrichie par l'intercalation de nouveaux mémoires <sup>(1)</sup>.

Outre la méthode, on y admire la précision de l'observation et une connaissance étonnante de la bibliographie; la clarté, la concision frappante et la beauté de l'exposition.

**5.** — *Cuvier* mit fin à l'empirisme de l'époque précédente.

Il créa la *Paléontologie* et, pour y arriver, l'*Anatomie comparée*.

Il démontra, d'une manière définitive, l'existence d'animaux disparus, et il nous en fournit des reconstitutions merveilleuses.

Il découvrit sa loi de la Corrélation des Organes, qui le conduisit à de brillants succès (Sarigue de Montmartre), mais qui a perdu beaucoup de son importance aujourd'hui.

Malgré ses progrès et les points de vue nouveaux, la Paléontologie repose toujours sur la base que Cuvier lui a donnée.

**6.** — Mais *Cuvier* fut l'homme de la théorie des Catastrophes, des Créations successives, de la *Fixité de l'Espèce*.

Un adversaire irréductible du Transformisme.

Toutes choses insoutenables actuellement, et depuis longtemps.

Malheureusement, son influence fut si grande que bien des années s'écoulèrent avant que l'idée d'Évolution put pénétrer en Paléontologie.

### 3.

#### ÉPOQUE TRANSFORMISTE.

W. Kowalevsky (1843-1883).

**1.** — Comme on le sait, il ne fallut rien moins que l'apparition de l'*Origine des Espèces* (1859) pour faire entrer définitivement la notion de la Descendance dans les sciences biologiques.

---

(1) G. CUVIER. *Recherches sur les Ossements fossiles*.

Première édition : 4 vol. in-4°. Paris, 1812.

Deuxième édition : 5 vol. in-4°. Paris, 1821-24.

Troisième édition : 5 vol. in-4°. Paris, 1825.

Quatrième édition : 10 vol. in-8° (texte) et 2 vol. in-4° (planches), (édition posthume). Paris, 1834-36.



Pourtant, ce ne fut que tardivement qu'elle reçut son application en Paléontologie, car :

« After the splendid osteological investigations of Cuvier had revealed to science a glimpse of a new mammalian world of wonderful richness, his successors have been bent rather on multiplying the diversity of the extinct creation, than on diligently studying the organization of the fossil forms that successively turned up under the zeal of amateurs and collectors <sup>(1)</sup>. »

2. — Et, cependant, n'était-ce pas de la *Paléontologie* que le *Transformisme* pouvait attendre son plus solide appui :

« Der fruchtbringende Einfluss Ihrer geistvollen Ideen auf alle Zweige der Naturwissenschaften musste selbstverständlich am meisten in der Palaeontologie und Geologie Anklang finden, denn eben in den Erdschichten, welche die erloschenen » Ringe der grossen Kette « bergen, müssen wir die positiven, unzweideutigen Belege für die von Ihnen begründete Descendenztheorie suchen. Ich habe versucht, gestützt auf genaue anatomische Grundlagen, den Gang dieser Descendenz für einen Theil des Thierreichs darzustellen, und darf wohl sagen, dass dieser Entwicklungsgang für einige der Haupttypen unserer noch heute existirenden Land-Säugethiere sich so klar darstellen lässt, dass man über die Richtigkeit der Abstammungstheorie schwerlich noch in Zweifel bleiben kann <sup>(2)</sup>. »

3. — Qui s'exprime ainsi? Incontestablement, l'homme le mieux qualifié pour le faire.

Car, parmi ceux qui nous ont quittés, nul paléontologiste n'incarne aussi parfaitement notre troisième époque que le génial et infortuné *Woldemar Kowalevsky*, l'ami et l'hôte de l'immortel Charles Darwin <sup>(3)</sup>.

(1) W. KOWALEVSKY. *On the Osteology of the Hyopotamidæ*. PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON. 1873. Vol. CLXIII, p. 19.

Sans doute, il y eut de glorieuses exceptions, et, loin de les méconnaître, Kowalevsky les signale lui-même, mais il n'en est pas moins vrai qu'il fut le premier à étudier systématiquement de grands problèmes paléontologiques sur la base du Transformisme.

(2) W. KOWALEVSKY. *Monographie der Gattung Anthracotherium, Cuv., und Versuch einer natürlichen Classification der fossilen Hufthiere*. PALAEONTOGRAPHICA. Cassel, 1873-1874. Vol. XXII, Dédicace à Charles Darwin.

(3) *Woldemar Kowalevsky*, né, dans le gouvernement de Witebsk, le 15 avril 1843, Professeur de Paléontologie à l'Université de Moscou, mort, en cette ville, le 28 avril 1883.



4. — Avec lui, jamais de descriptions empiriques ou occasionnelles.

Il a toujours en vue un but précis, la *filiation des espèces*, basée sur une étude anatomique approfondie, pour laquelle, voyageant sans cesse, il recherchait des matériaux partout où il pouvait espérer en trouver, épuisant les ressources de son temps.

5. — Chez lui, non plus, rien de cette science approximative qui édifie et renverse les généalogies avec une égale facilité.

Lorsque parurent ses travaux, jamais paléontologiste n'avait encore montré pareille *connaissance intime du détail*, jointe à une telle *ampleur de vues*.

6. — Et de quels *documents fragmentaires* ne fut-il pas contraint de se servir pour établir ses conclusions !

On ne possédait pas alors les trésors paléontologiques mis au jour depuis, dans les deux mondes, grâce à l'exploration régionale méthodique et à de meilleurs procédés d'extraction.

7. — Son œuvre tient en *six mémoires*, et ces six mémoires sont uniquement consacrés aux Ongulés <sup>(1)</sup>.

Mais si, pour un moment, et malgré son importance, nous faisons abstraction du sujet spécial, et si nous le considérons seulement

(1) W. KOWALEVSKY. *Sur l'Anchitherium aurelianense, Cuv., et sur l'histoire paléontologique des Chevaux*. MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST-PÉTERSBOURG. 1873. Vol. XX, n° 5.

— *On the Osteology of the Hyopotamidæ*. PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON. 1873. Vol. CLXIII, p. 19.

— *On the Osteology of the Hyopotamidæ*. PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON. 1873. Vol. XXI, p. 147.

— *Monographie der Gattung Anthracotherium, Cuv., und Versuch einer natürlichen Classification der fossilen Hufthiere*. PALAEONTOGRAPHICA. Cassel, 1873-1874. Vol. XXII, p. 131.

— *Osteologie des Genus Entelodon, Aym.* PALAEONTOGRAPHICA. Cassel, 1876. Vol. XXII, p. 415.

— *Osteologie des Gelocus Aymardi*. PALAEONTOGRAPHICA. Cassel, 1877. Vol. XXIV, p. 145.

Woldemar Kowalevsky avait également terminé une monographie sur *Cainotherium* (*Anthracotherium*, p. III) et il préparait une monographie d'*Elasmotherium* (*American Naturalist*. 1883. Vol. XVII, p. 72).

Pour sauver ces précieux documents de la destruction, je me suis adressé à la veuve du Maître regretté, Sophie Kowalevsky, la célèbre mathématicienne, et à son frère aîné, Alexandre Kowalevsky, l'illustre zoologiste, mais ce fut en vain : malgré toutes les recherches, rien ne put être retrouvé.



comme le support matériel indispensable, on peut dire que l'œuvre de Woldemar Kowalevsky est un véritable *Traité de la Méthode* en Paléontologie.

8. — Et qu'on ne croie pas qu'en m'exprimant ainsi je suis victime de mon admiration passionnée pour un naturaliste qui fut *mon véritable Maître en Paléontologie*.

Pour qu'on puisse se convaincre du contraire, je vais laisser la parole, sur le même sujet, à une autorité dont la compétence pourra difficilement être discutée, M. H. F. Osborn, Président du Musée américain d'Histoire naturelle, à New-York :

« He wrote these four hundred and fifty quarto pages in three languages not his own, in French upon *Anchitherium* and the ancestry of the horses, in English upon the *Hyopotamidae*, in German upon *Gelocus*, *Anthracotherium* and *Entelodon*, including the first attempt at an arrangement of a great group of mammals upon the basis of the descent theory. »

« If a student asks me how to study palaeontology, I can do no better than direct him to the *Versuch einer natürlichen Classification der fossilen Hufthiere*, out of date in its facts, thoroughly modern in its approach to ancient nature. This work is a model union of the detailed study of form and function with theory and the working hypothesis. It regards the fossil not as petrified skeleton, but as moving and feeding; every joint and facet has a meaning, each cusp a certain significance. Rising to the philosophy of the matter, it brings the mechanical perfection and adaptiveness of different types into relation with environment, the change of herbage, the introduction of grasses. In this competition it speculates upon the causes of the rise, spread and extinction of each animal group. In other words the fossil quadrupeds are treated *biologically* — so far as possible in the obscurity of the past (1). »

C'est ce que je n'ai cessé de dire et de répéter depuis plus d'un quart de siècle.

---

(1) H. F. OSBORN. *The Rise of the Mammalia in North America*. STUDIES FROM THE BIOLOGICAL LABORATORIES OF COLUMBIA COLLEGE. Boston, 1893. Vol. I, n° 2, pp. 3 et 5.

J'ai été heureux de voir que mon excellent ami, M. O. Abel, Professeur de Paléontologie à l'Université de Vienne, s'est rallié à notre opinion :

O. ABEL. *Die Aufgaben und Ziele der Paläozoologie*. VERHANDLUNGEN D. K. K. ZOOL. — BOT. GESELLSCHAFT IN WIEN. 1907. Vol. LVII, pp. 68 et 69.



9. — Avec Woldemar Kowalevsky, la *Paléontologie* prend sa *forme définitive*, puisqu'elle lie alors, indissolublement, la notion d'Évolution à celle de Morphologie.

Quels que soient, d'ailleurs, les progrès de notre Science dans l'avenir, l'œuvre de cet investigateur inimitable restera toujours un des grands *classiques* de la Paléontologie.

La *Phylogénie* réelle, c'est-à-dire reposant non seulement sur une base morphologique, mais aussi sur une base chronologique, y reçoit sa plus haute expression.

### III.

#### LA PALÉONTOLOGIE ÉTHOLOGIQUE.

1. — La *Phylogénie* sera, évidemment, toujours le but suprême de la Paléontologie, comme de toutes les autres branches de la Biologie.

On y arrive, soit par des *enchaînements ininterrompus* d'Organismes fossiles, comme dans la généalogie du Cheval.

Soit par des *termes de contrôle isolés* des conclusions de la Morphologie, comme dans le cas de l'Archéoptéryx.

2. — Mais n'y a-t-il que cela? Non.

Car, à côté de l'*Hérédité*, il y a l'*Adaptation*.

Donc, quand la *Phylogénie* sera inabordable directement, sous ses deux aspects, on s'adressera à l'*Éthologie* <sup>(1)</sup>.

Et, par là, on découvrira les *Convergences*, et on évitera les erreurs dans la recherche des liens de Parenté <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> *Éthologie* = étude des Organismes dans leurs relations avec leur milieu naturel (Existenzbedingungen).

*Bionomie* = Éthologie + Chorologie.

*Chorologie* = Biostratigraphie + Biogéographie.

On désigne, quelquefois, l'*Éthologie* sous le nom de Biologie.

C'est un tort. Il faut réserver ce dernier terme pour l'étude de la Vie dans le sens le plus général du mot.

L'Éthologie n'est donc qu'une branche de la Biologie.

J'appelle *Biostratigraphie* ce qu'on entend habituellement sous le nom de Paléontologie stratigraphique, par opposition à la Paléontologie pure, pour laquelle je garde simplement le nom de Paléontologie.

<sup>(2)</sup> Il me semble d'autant plus nécessaire d'insister aujourd'hui sur ces deux points de vue, en Paléontologie, qu'on a publié, dans ces dernières années, faute de les avoir distingués, des ouvrages aussi déplorables par leur méthode que par leurs conclusions :

G. STEINMANN. *Einführung in die Paläontologie*. Leipzig, 1907.

G. STEINMANN. *Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre*. Leipzig, 1908.

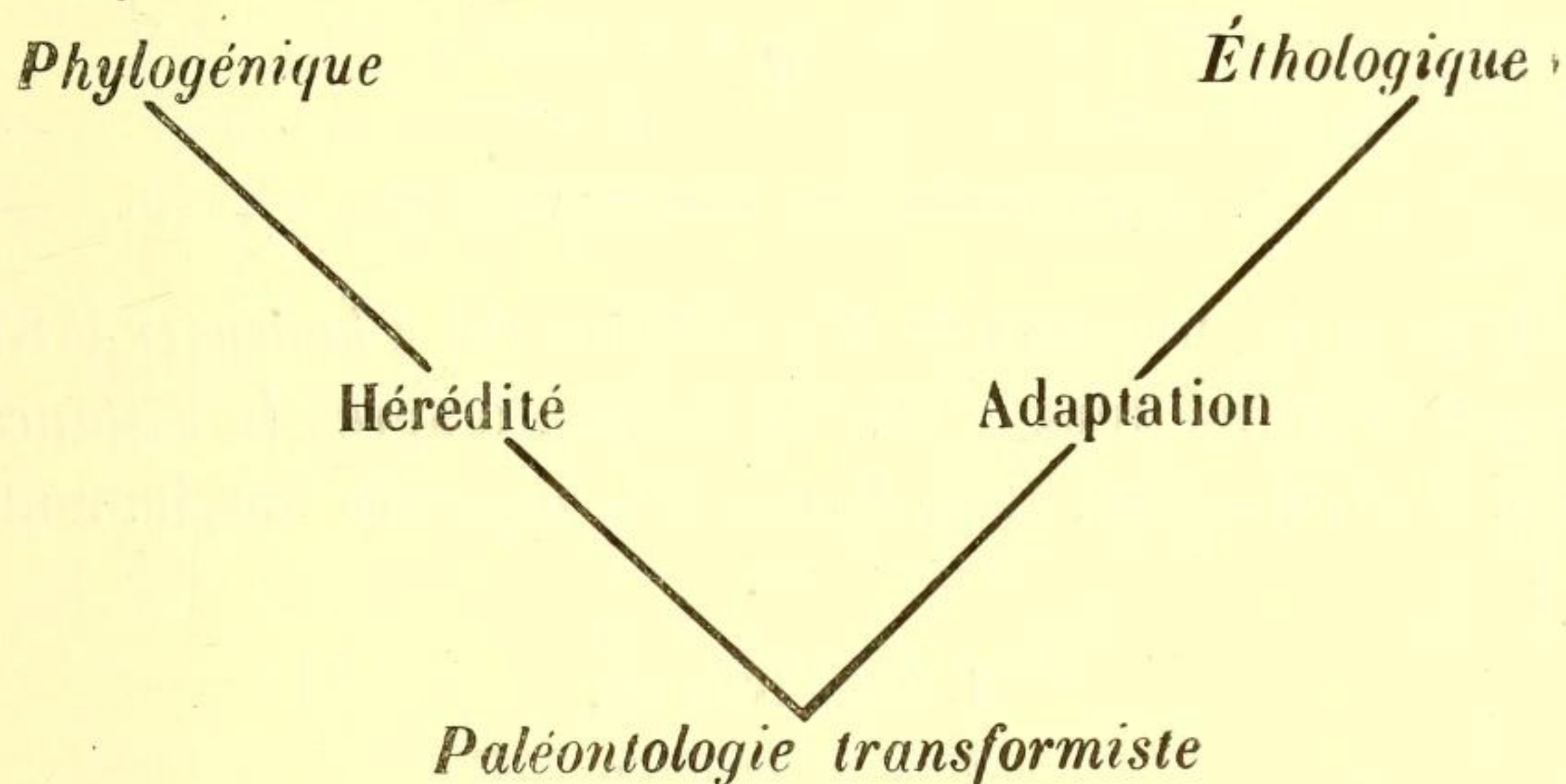


3. — Il est, dès lors, possible d'envisager la *Paléontologie transformiste* sous un double point de vue :

La *Paléontologie phylogénique*, qui étudie les *caractères héréditaires*, pour établir la *filiation* ;

La *Paléontologie éthologique*, qui étudie les *caractères adaptatifs*, pour reconnaître les *convergences* (1).

4. — Les relations des deux *Paléontologies* peuvent s'exprimer brièvement par le schéma suivant :



5. — Je me propose, dans cette première leçon, d'examiner *quelques questions* se rattachant à la *Paléontologie éthologique*.

6. — J'ai eu l'occasion d'étudier, jadis, la *Queue des Poissons* en fonction de la forme du *Corps*, et cela m'a conduit à établir la *Phylogénie des Dipneustes* sur des bases nouvelles, qui semblent définitives (2).

(1) Et pour retrouver la signification, et la cause, des transformations, par la reconstitution des mœurs des Organismes fossiles.

(2) L. DOLLO. *Sur la Phylogénie des Dipneustes*. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE. Bruxelles, 1895. Vol. IX, p. 79.

J'ai constaté, avec plaisir, que mes conclusions sont, maintenant, admises, également, par un paléontologiste aussi compétent que M. A. Smith Woodward, Conservateur du Département géologique au British Museum :

« Among fishes there is often observable still another sign of racial old age — namely, their degeneration into eel-shaped forms. The Dipnoan fishes afford a striking illustration, beginning with the normally shaped *Dipterus* in the Middle Devonian, and ending in the long-bodied *Lepidosiren* and *Protopterus* of the present day. »

A. SMITH WOODWARD. *Presidential Address to the Section of Geology*. BRITISH ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (WINNIPEG, 1909) : NATURE, 1909. Vol. LXXXI, p. 292.

— Mais il n'est pas exact de dire que des *types anguilliformes* soient un signe de *haute antiquité géologique* pour un groupe de Poissons.

Car, — si nous avons aujourd'hui des Ganoïdes et des Dipneustes anguilliformes, — nous avons aussi des Physostomes et même des Physoclystes anguilliformes.

— D'autre part, la *Vie anguilliforme* n'est pas une *dégénérescence* : c'est une adaptation.

Les organes dégénèrent, non les Organismes. Ceux-ci s'adaptent. Autrement, où serait la Survivance du plus apte ?



7. — Je voudrais, aujourd'hui, m'occuper de la position et du développement des *Yeux*, en fonction de la forme du *Corps* et de la *Queue*, — compliquant le problème d'un élément de plus, — chez les *Ostracodermes*, les *Mérostomates* et les *Trilobites*, — ce qui nous donnera, je crois, des clartés sur plusieurs points restés obscurs jusqu'à présent.

8. — Mais, auparavant, le *rappel* de quelques *notions éthologiques*, souvent confondues, à tort, s'impose.

#### 1.

##### PRÉLIMINAIRES ÉTHOLOGIQUES.

1. — Depuis la mémorable Expédition du *Challenger* (1873-1876), on distingue, comme tout le monde le sait, d'après la *distance à la côte* et d'après la *profondeur*, trois Zones éthologiques fondamentales dans l'Océan :

1. Zone littorale,
2. — pélagique,
3. — abyssale,

situées, respectivement, — non loin des côtes, — au large et à la surface, — au large et dans les grandes profondeurs (1).

2. — Plus de vingt ans après, l'Expédition du *Valdivia* (1898-1899) délimita, à son tour, trois Régions éthologiques d'une importance primordiale dans l'Océan, mais en se basant, cette fois, sur les relations de celui-ci avec la *lumière solaire* :

1. Région euphotique,
2. — dysphotique,
3. — aphotique,

distribuées, respectivement, — de 0 à 80 mètres de profondeur, — de 80 à 350 mètres de profondeur, — et au delà de 350 mètres de profondeur (2).

---

(1) H. N. MOSELEY. *The Fauna of the Sea-Shore*. NATURE. Londres, 1885. Vol. XXXII, p. 417.

H. N. MOSELEY. *Pelagic Life*. NATURE. Londres, 1882. Vol. XXVI, p. 559.

H. N. MOSELEY. *Deep-Sea Dredging and Life in the Deep-Sea*. NATURE. Londres, 1880. Vol. XXI, pp. 543, 569, 591.

(2) A. F. W. SCHIMPER. *Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage*. Iéna, 1898; p. 818.



3. — Naturellement, nous devons bien nous garder d'identifier :

1. Vie nectique,
2. — planetique,
3. — benthique,

c'est-à-dire, respectivement, — *nager*, — *flotter*, — et se faire *supporter*, libre ou fixé, — avec les trois Zones éthologiques fondamentales, car ces trois manières de vivre sont possibles dans les trois Zones, — même la Vie benthique dans la Zone pélagique, à cause des Sargasses, du Kelp et des Glaces flottantes <sup>(1)</sup>.

4. — Et nous devons également éviter de confondre :

1. Vie euphotique,
2. — dysphotique,
3. — aphotique,

c'est-à-dire, respectivement, — *Yeux normaux*, — *Yeux hypertrophiés*, — *Yeux atrophiés*, — avec les trois Régions éthologiques correspondantes, car les trois manières de vivre sont possibles dans les trois Régions, — la Vie euphotique dans la Région aphotique, à cause de la Phosphorescence des Organismes abyssaux, — la Vie aphotique dans la Région euphotique, à l'intérieur de la vase du fond, par exemple, — la Vie dysphotique dans la Région euphotique, pour les Organismes nocturnes.

5. — Il nous reste à préciser les Zones du *Challenger*, à l'aide des Régions du *Valdivia* :

1. *Zone littorale* : Du rivage à la verticale de 350 mètres de profondeur.
2. *Zone pélagique* : Au large de la verticale de 350 mètres de profondeur, et jusqu'à 350 mètres de profondeur.
3. *Zone abyssale* : Au large de la verticale de 350 mètres de profondeur, et au delà de 350 mètres de profondeur.

---

(1) E. HÆCKEL. *Planktonstudien*. Iéna, 1890; p. 18.



## 2.

## LES OSTRACODERMES.

1. — Les *Ostracodermes* sont des Poissons extrêmement intéressants, car, selon toute vraisemblance, ils nous représentent les *Craniotes agnathostomes* primaires <sup>(1)</sup>.

On les rencontre dans le *Silurien supérieur* et dans le *Dévonien*.

2. — Dans ce qui va suivre, nous étudierons quelques Ostracodermes au point de vue éthologique : *Lanarkia*, *Thelodus*, *Ateleaspis*, *Cephalaspis*, puis *Drepanaspis*.

Sauf *Cephalaspis*, devenu classique depuis les travaux de Sir Ray Lankester, Directeur honoraire du British Museum <sup>(2)</sup>, — tout ce que nous savons des autres est dû au Docteur R. H. Traquair, Conservateur honoraire au Royal Scottish Museum, à Édimbourg <sup>(3)</sup>.

J'ai eu la bonne fortune de pouvoir examiner, l'été dernier, dans la capitale de l'Écosse, les meilleurs spécimens des Ostracodermes en question, sous la direction particulièrement experte de l'éminent paléontologiste écossais, qui, comme cela est bien connu, occupe une position absolument unique dans l'histoire de l'Ichthyologie fossile.

Aussi est-ce, pour moi, un véritable plaisir de lui adresser, ici, mes sincères remerciements.

3. — Revenons aux Ostracodermes, et commençons par la série *Thelodus* — *Ateleaspis* — *Cephalaspis*.

(1) L. DOLLO. *Le Pteraspis dans l'Ardenne*. COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS. 1903. Vol. CXXXVI, p. 699.

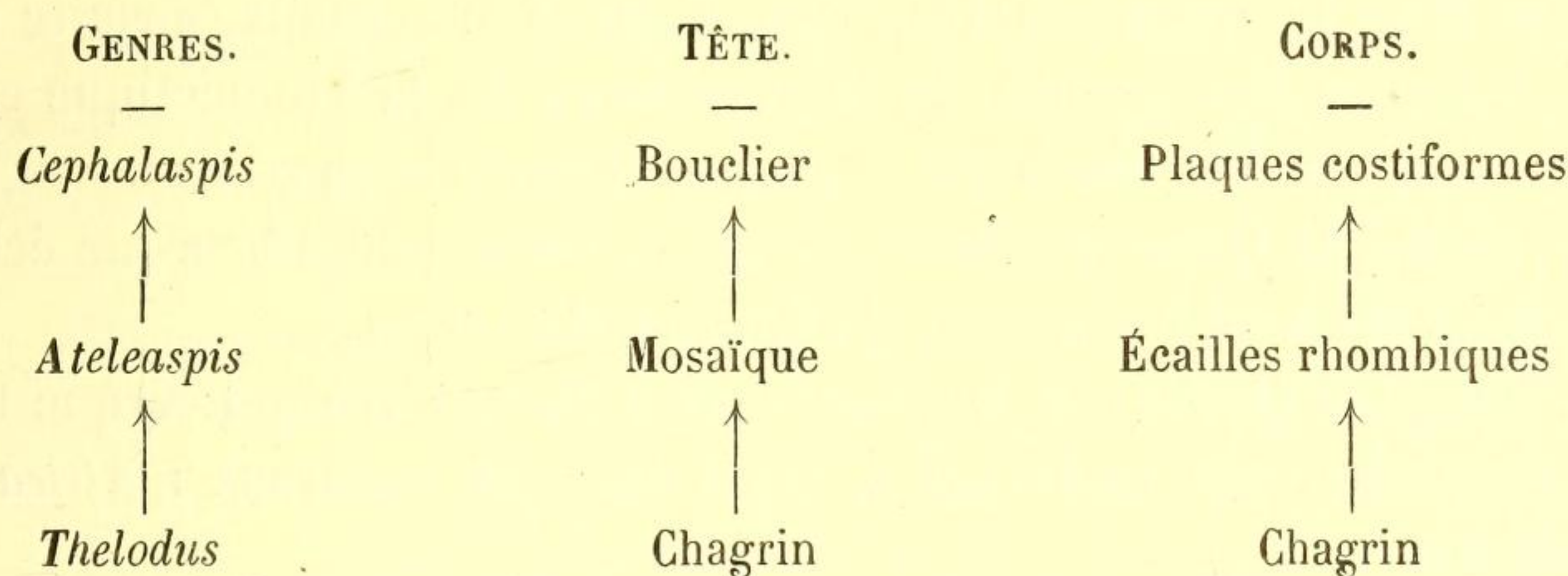
(2) E. RAY LANKESTER. *A Monograph of the Fishes of the Old Red Sandstone of Britain : Cephalaspidæ*. PALÆONTOGRAPHICAL SOCIETY. Londres, 1868-70. Vol. XXI et XXIII.

(3) R. H. TRAQUAIR. *Report on Fossil Fishes collected by the Geological Survey of Scotland in the Silurian Rocks of the South of Scotland*. TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. 1899. Vol. XXXIX, p. 827.

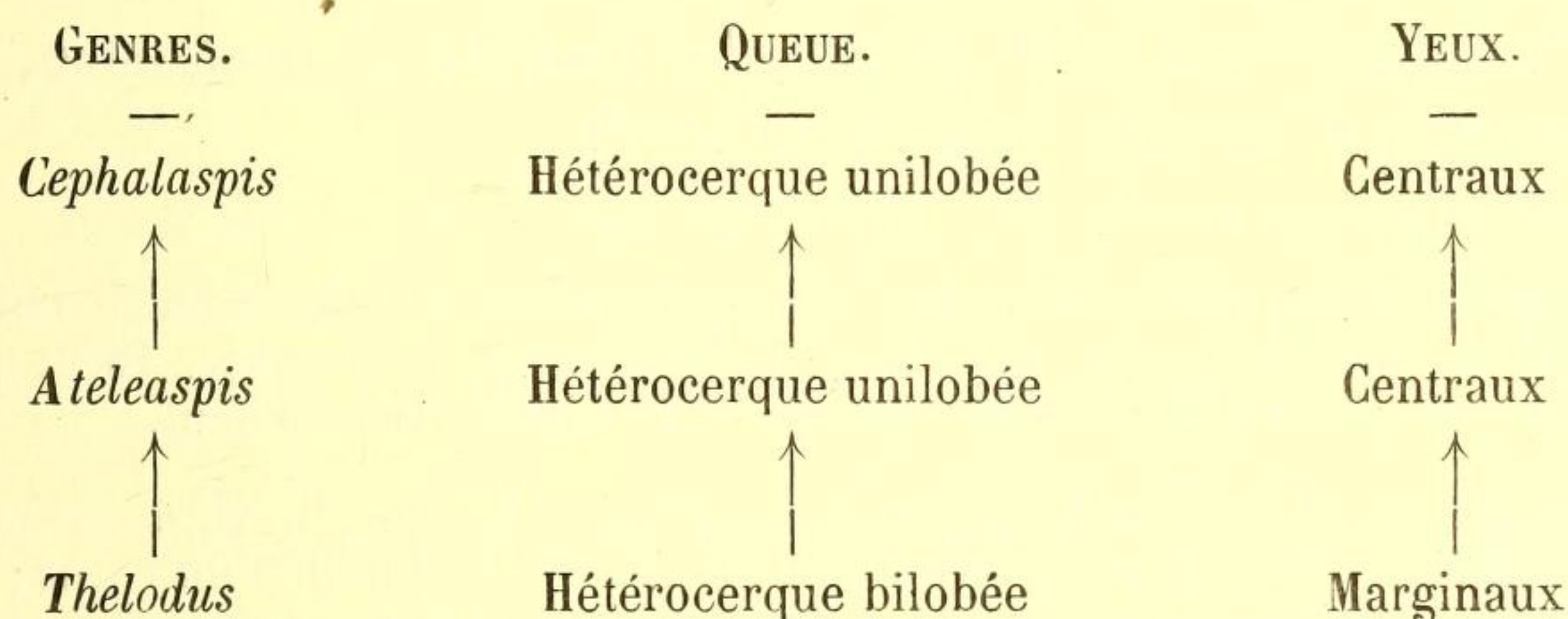
R. H. TRAQUAIR. *Supplementary Report on Fossil Fishes collected by the Geological Survey of Scotland in the Upper Silurian Rocks of Scotland*. TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. 1905. Vol. XL. p. 879.



Le Docteur Traquair a montré qu'elle constitue, *morphologiquement*, les étapes d'une série évolutive <sup>(1)</sup> :



4. — Je vais faire voir, maintenant, qu'il en est de même *éthologiquement*, en me basant sur la Queue et sur les Yeux :



5. — Les étapes de l'évolution de la Queue prouvent, clairement, la régression de la Vie nectique et l'adaptation à la Vie benthique <sup>(2)</sup> :

La queue hétérocerque bilobée de *Thelodus*, c'est la queue en éventail échancrée du bon nageur (Rhipidicerque hétérocerque échancrée) ;

La queue hétérocerque unilobée d'*Ateleaspis*, c'est une queue qui a déjà perdu de sa puissance comme organe de natation, par la disparition du lobe inférieur (Rhipidicerque hétérocerque tronquée) ;

Quant à la queue de *Cephalaspis*, elle se trouve, en réalité, dans le prolongement direct de l'axe longitudinal du corps : c'est donc une queue en pointe frangée inférieurement, disposition encore moins

(1) R. H. TRAQUAIR. *Presidential Address*, etc., p. 773.

(2) L. DOLLO. *Phylogénie des Dipneustes*, etc., p. 96.

L. DOLLO. *Poissons de l'Expédition Antarctique Belge. RÉSULTATS DU VOYAGE DU S. Y. BELGICA EN 1897, 1898, 1899, SOUS LE COMMANDEMENT DE A. DE GERLACHE DE GOMERY*. Anvers, 1904 ; pp. 97 et 235.



favorable à la propulsion dans l'eau, mais appropriée à la vie de fond (Géphyrocerque hétérocerque frangée ventralement) (1).

6. — Mais la migration des *Yeux*, d'abord marginaux, ensuite centraux, est aussi une preuve de la régression de la Vie nectique et de l'adaptation à la Vie benthique, chez nos Ostracodermes.

Car, quand la Queue est hétérocerque bilobée (rhipidicerque échan-crée), les Yeux sont marginaux : *Thelodus*, *Lanarkia*.

Et, quand la Queue est hétérocerque unilobée (rhipidicerque tron-quée ou géphyrocerque frangée), les Yeux sont centraux : *Ateleaspis*, *Cephalaspis*.

Donc, les Ostracodermes nageurs ont les Yeux marginaux, et les Ostracodermes de fond ont les Yeux centraux.

Ce qui se comprend, puisqu'un bouclier céphalique comme celui de *Cephalaspis* suppose une Vie benthique de Fouisseur dans la Vase, à cause de l'analogie avec celui de *Limulus* (simple Convergence, sans aucune relation de parenté, bien entendu) (2).

(1) Cette interprétation de la queue de *Cephalaspis* diffère de celle admise dans certains manuels (A. S. WOODWARD. *Vertebrate Palæontology*. Cambridge, 1898; p. 11, fig. 10), où on représente ladite queue comme s'infléchissant vers le haut.

Mais :

Le *Cephalaspis Lyelli* (E. RAY LANKESTER. *Cephalaspidæ*, etc., Pl. XI, fig. 1) montre nettement la queue dans le prolongement direct de l'axe longitudinal du corps ;

Le *Cephalaspis Murchisoni* (A. S. WOODWARD. *Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum*. Londres, 1891. Vol. II, Pl. X, fig. 1, I) n'a pas la moindre tendance au relèvement dorsal de l'extrémité postérieure du corps ;

C'est, d'ailleurs, ce que j'ai constaté moi-même sur un magnifique *Cephalaspis* du Musée d'Édimbourg.

(2) « The King Crab delights in moderately deep water, say from two to six fathoms... It is emphatically a burrowing animal — living literally in the mud, into which it scoops or gouges its way with great facility. »

Le séjour de *Limulus* dans la vase n'est pas permanent (et il devait en être de même de *Cephalaspis*, vu le développement des yeux); autrement, l'animal serait aveugle :

« A visit of the adult *Limulus* to the shore line, except at the spawning season, is a very rare event... They come up at a great high tide, advancing on the bottom, until they reach a suitable spot near to, but within the extreme line of this great tide... The female excavates a depression in the sand, drops her spawn into it, upon which the male emits the fecundating fluid, et the nest is at once deserted, the parents returning seaward, with the retreating tide. »

S. LOCKWOOD. *The Horse Foot Crab*. AMERICAN NATURALIST. 1870-71. Vol. IV, pp. 257, 258, 263, 264.

« ... charged with another load of sand; and at the deposit of every load the whole animal sinks deeper into its bed, till it is hidden all except the eyes. »

« At night-time *Limulus* is apt to leave the sand and progress by a series of short swimming hops, the respiratory appendages giving the necessary impetus, whilst between each two short flights the animal balances itself for a moment on the tip of its tail. »

W. A. LLOYD. *Transactions of the Linnean Society of London*. 1873. Vol. XXVIII, p. 472.



Or, il ne serait pas possible de fouir avec des Yeux marginaux comme ceux de *Thelodus* et de *Lanarkia*, tandis que de pareils Yeux n'ont aucun inconvénient, au contraire, pour un animal nageur.

D'où la nécessité de la transformation des Yeux marginaux en Yeux centraux dans l'adaptation des Ostracodermes nageurs (*Thelodus*) à la Vie benthique fouisseuse (*Cephalaspis*).

7. — Par conséquent, — la transformation de la Queue rhipidicerque hétérocerque échancrée, en queue rhipidicerque hétérocerque tronquée, puis en queue géphyrocerque hétérocerque frangée ventralement, — la transformation des Yeux marginaux en yeux centraux, — la formation du Bouclier céphalique, — la transformation du Corps souple, à revêtement de chagrin, en un corps plus rigide, à armure de plaques, — sont des Adaptations à la Vie benthique fouisseuse dépressiforme euphotique (puisque les yeux sont restés normaux, ni atrophiés, ni hypertrophiés).

8. — L'Éthologie confirme, dès lors, les conclusions du Docteur Traquair, basées sur la Morphologie, mais, en même temps, elle les explique, en faisant connaître la cause de la transformation.

9. — Appliquant ma Classification éthologique de la Forme du corps des Poissons <sup>(1)</sup> à nos Ostracodermes, le Professeur Abel les a rangés dans la Vie benthique dépressiforme, d'après l'aplatissement de la région antérieure du corps <sup>(2)</sup>.

Mais il n'a pas analysé les variations de la forme de la Queue et de la position des Yeux.

Comment, maintenant, concilier la forme du Corps de *Thelodus* et de *Lanarkia*, indiquant une vie de fond, — avec la position des Yeux et la forme de la Queue, qui sont celles du bon nageur?

Très facilement. *Thelodus* et *Lanarkia* nous représentent la toute première étape de la Vie benthique dépressiforme.

L'animal ne rampe, ni ne fouit encore. Il nage encore en pleine eau, mais non loin du fond, sur lequel il vient se reposer : d'où les Yeux marginaux et la Queue rhipidicerque échancrée, associés à un Corps dépressiforme.

---

(1) L. DOLLO. *Poissons de l'Expédition Antarctique Belge*, etc., p. 106.

(2) O. ABEL. *Die Lebensweise der altpalaeozoischen Fische*. VERHANDLUNGEN D. K. K. ZOOL.-BOT. GESELLSCHAFT IN WIEN. 1907. Vol. LVII, p. 159.



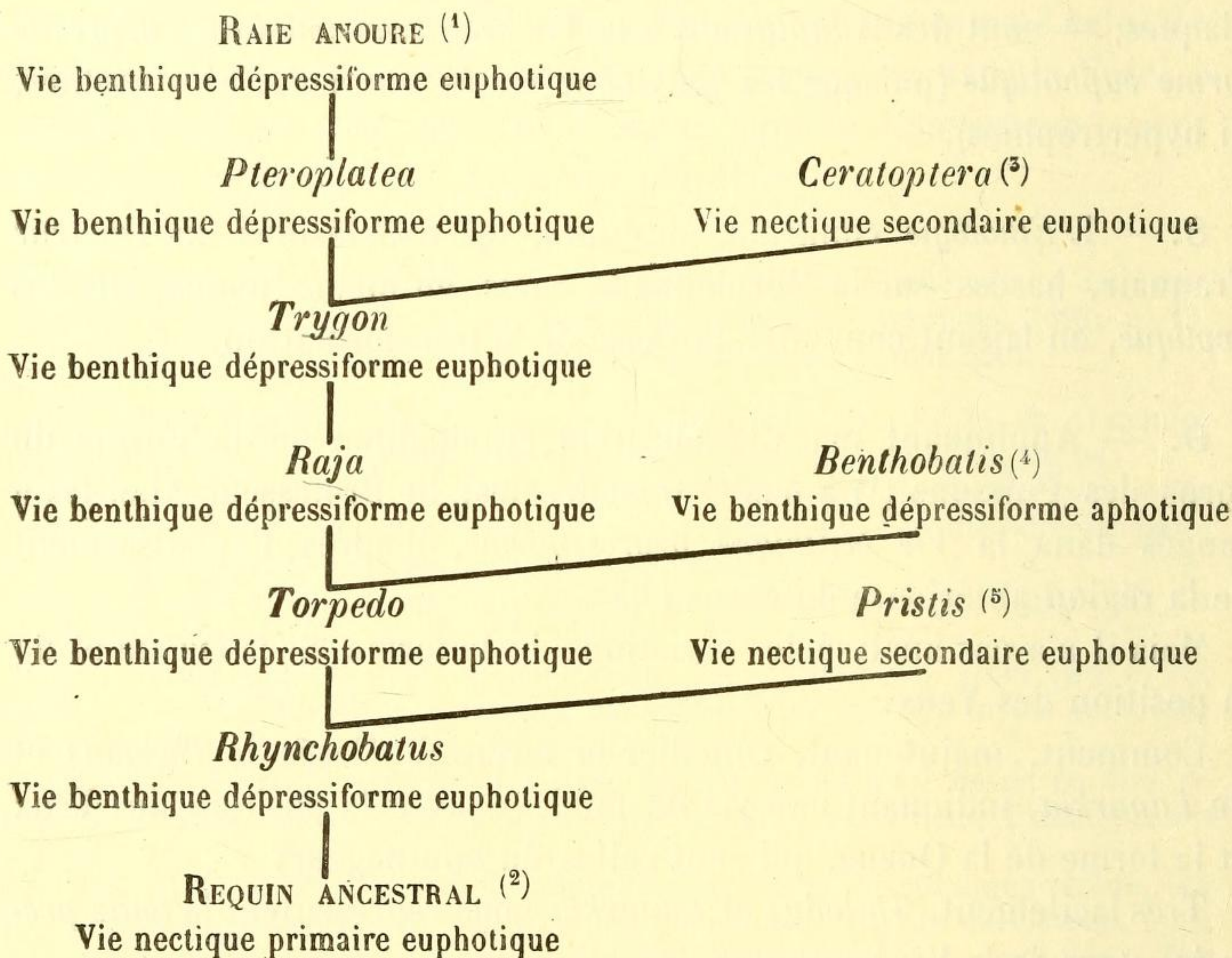
**10.** — Passons, maintenant, à *Drepanaspis*.

Mais, comme nous aurons besoin des Raies pour interpréter cet Ostracoderme éthologiquement, retraçons d'abord l'Évolution éthologique de celles-ci.

**11.** — Dans ce qui va suivre, il ne s'agira que de la Forme du Corps et de la Queue des *Raies*, ainsi que de la Position et du Développement de leurs Yeux.

Il est bien entendu, également, qu'il n'est pas question, ici, d'une véritable *série ancestrale*, puisque (sans aller plus loin) nous avons affaire à des contemporains, mais seulement d'*étapes* dans l'évolution de certains organes bien déterminés.

**12.** — Nous aurons, *éthologiquement* :



(1) *Terme ultime*, inconnu, mais naturel, de la *Vie benthique* des *Raies*, car, quand on voit que *Pteroplatea Maclura* n'a plus qu'un moignon de Queue, dont l'aiguillon barbelé rudimentaire est plus souvent absent que présent, — donc, sans signification locomotrice, tactile, ou défensive, — on ne peut douter que la spécialisation finale d'une pareille structure soit une *Raie anoure*, rampant sur le fond comme une gigantesque Planaire étirée transversalement.

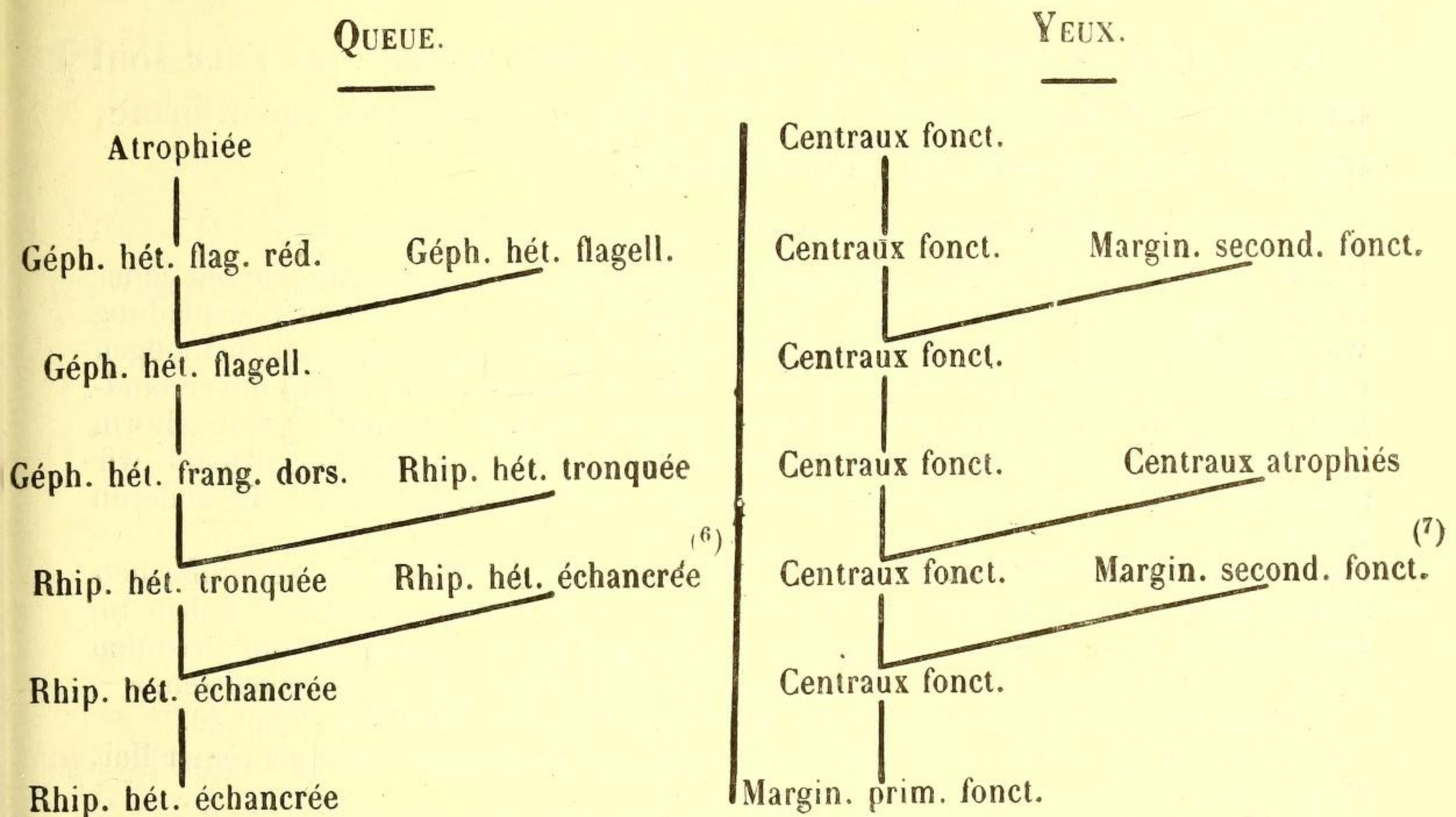
J. E. DE KAY. *Zoology of New-York (Fishes)*. Albany, 1842. Pl. LXV, fig. 213.

(2) *Terme initial*, inconnu, de l'Évolution des Raies, mais dont personne ne peut, non plus, douter aujourd'hui.

(3) A. VALENCIENNES. *Poissons* (G. CUVIER. RÈGNE ANIMAL). Paris, 1836-46. Pl. CXIX.

« In some warm sea a fortunate observer may find perhaps a Devil-fish or a couple swimming on or near the surface; not rarely a school, or » shoal « of them. Frequently



13. — Puis, pour la *Queue* et les *Yeux* :

they project themselves in the air to a considerable height and for some distance. Their progression indeed is rather of the nature of flight than swimming, and has been likened to » the flight of a bird of prey « : it is by flaps of the wing-like pectoral fins and not at all by the tail, as in Sharks and fishes generally. »

T. GILL. *The Story of the Devil-fish*. SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTIONS. Washington, 1909. Vol. LII, p. 165.

(4) A. ALCOCK. *Illustrations of the Zoology of the Royal Indian Marine Survey Ship Investigator : Fishes*. Calcutta, 1899. Pl. XXVI, fig. 1.

Bien que *Benthobatis* ait été capturé, par l'*Investigator*, au large de la côte de Travancore, par 430 fathoms, il est peu probable que sa cécité soit d'origine abyssale, car :

Justement dans ces parages, on trouve des Raies abyssales (*Raja Johannis-Davisi*) qui ont des Yeux fonctionnels, ce qui montre que, grâce à la Phosphorescence, le milieu n'est pas absolument aphotique;

Et, d'autre part, nous connaissons des *Torpedinidae* aveugles dans la Zone littorale : *Bengalichthys* (15 fathoms), pris, par la *Golden Crown*, près de la côte d'Orissa, et *Typhlonarce* (36 fathoms), recueilli, par le *Hinemoa*, au sud de la Nouvelle-Zélande.

Il est donc vraisemblable que, dans ces trois cas, l'Atrophie des Yeux provient plutôt de la Vie benthique de Fouisseur avec Séjour permanent dans la Vase.

A. ALCOCK. *A Descriptive Catalogue of the Indian Deep-Sea Fishes in the Indian Museum*. Calcutta, 1899; p. 17.

A. ALCOCK. *Illustrations, etc.*, Calcutta, 1900. Pl. XXVII, fig. 2.

N. ANNANDAIE. *Report on the Fishes taken by the Bengal Fisheries Steamer Golden Crown*. MEMOIRS OF THE INDIAN MUSEUM. Calcutta, 1909. Vol. II. p. 47.

E. R. WAITE. *Scientific Results of the New Zealand Government Trawling Expedition, 1907 : Pisces*. RECORDS OF THE CANTERBURY MUSEUM. Wellington, 1909. Vol. I, p. 16 et Pl. XVIII.

(5) « Es wäre durchaus kein Grund dafür geltend zu machen, dass die Brustflossen von *Pristis* nicht den Typus bewahrt hätten, den die unter gleichen Bedingungen lebenden Haie ausnahmslos besitzen, sondern dass dieselben sich nach vorn ausgebreitet haben, wo sie durch Antorbitalknorpel mit dem Kopf in Verbindung treten. So mannigfach auch bei den Haien die Brustflossen gebaut sind, so zeigt doch kein Hai im Geringsten eine Annäherung an das Verhalten, wie es uns bei *Pristis* entgegentritt. Dieses kann nur verständlich werden durch eine Lebensweise auf dem Boden, wie sie eben die anderen Rochen haben. Die ventrale Lage der Kiemenspalten



## 14. — Conclusions :

1. — Dans l'adaptation des *Raies* à la *Vie benthique*, les *Yeux* sont déjà *centraux* dans le stade le plus primitif, encore très squaliforme, qui nous reste aujourd'hui (*Rhynchobatus*).

ist, wie ich an anderer Stelle nachzuweisen versuchte, eine Folgeerscheinung jener Ausbreitung der Brustflossen nach vorn und unterliegt also derselben Beurtheilung wie diese. Aehnlich liegt der Fall hinsichtlich des Mangels der äusseren Kiemenbögen und der Verschmelzung der vorderen Wirbel. Diese Verhältnisse bleiben unverstänlich, so lange wir annehmen, dass die Vorfahren der Pristiden immer die Spindelform der Haie hatten, sie erklären sich aber in der natürlichsten Weise, sobald wir annehmen, dass die Vorfahren der Pristiden auf dem Boden lebten wie die anderen Rochen. »

« Nach Alledem scheint es mir unbestreitbar, dass Rhinobatiden die Stammformen sowohl von Torpediniden wie von Pristiden sind; dass erstere durch das Leben im Uferschlamm ihre Rocheneigenschaften weiter ausbildeten, während die Pristiden mit gestreckter Körperform zur pelagischen Lebensweise der Haie zurückkehrten. »

O. JAEKEL. *Die eocänen Selachier vom Monte Bolca*. Berlin, 1894; pp. 75 et 80.

« Auch inbezug auf die Kiefernuskulatur erweist sich *Pristiophorus* als reiner Hai, *Pristis* durchaus als Roche. »

« Die Uebereinstimmung im Bau der vom Trigeminus innervierten Muskulatur bei den Rhinobatiden und den neuerdings wiederholt zu dieser Familie gerechneten Pristiden ist eine so grosse, dass eine nahe Verwandtschaft beider nicht bezweifelt werden kann... Diese Befunde deute ich so, dass die Pristiden von Rhinobatiden abstammen, die in den in Rede stehenden Beziehungen noch nicht den Differenzierungsgrad der untersuchten Repräsentanten dieser letzteren Familie erreicht hatten. »

A. LUTHER. *Untersuchungen über die vom N. trigeminus innervierte Muskulatur der Selachier (Haie und Rochen)*. ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ. Helsingfors, 1909. Vol. XXXVI, n° 3, pp. 159 et 160.

(6) F. DAY. *The Fishes of India*. Londres, 1878-88. Pl. CXCI, fig. 3.

Je prends, ici, comme représentant du genre *Pristis*, le *Pristis cuspidatus*, — que je considère comme la Scie la plus typique, étant (selon moi) la plus spécialisée, puisqu'elle est *la plus fusiforme*, donc celle qui est le plus complètement retournée à la Vie nectique, — interprétation confirmée par le fait que la Scie la plus ancienne (*Sclerorhynchus atavus*, du Crétacé supérieur) est, en même temps, la Scie la plus dépressiforme.

Ce qui est entièrement d'accord avec les vues de M. O. Jaekel, Professeur à l'Université de Greifswald, citées plus haut, mais en contradiction avec l'opinion de M. Woodward, qui ne me paraît plus soutenable aujourd'hui :

« If so much be admitted, it is evident that *Sclerorhynchus* remains as the most generalized described form of the saw-fishes, and at the same time their earliest known representative... and it is contrary to current belief to suppose that the much elongated trunk of *Pristis* is not a primitive inheritance from the sharks, but an indirect modification through some almost skate-like form of trunk such as that of the Lebanon fish. »

A. SMITH WOODWARD. *Description of the Cretaceous Saw-Fish, Sclerorhynchus atavus*. GEOLOGICAL MAGAZINE. 1892. Vol. IX, p. 533.

(7) F. DAY. *The Fishes of India, etc.*, Pl. CXCI, fig. 2 et 3.

Comme pour les Ostracodermes, nous trouvons, dans le genre *Pristis*, la corrélation entre la forme de la Queue et la position des Yeux :

ESPECES.	QUEUE.	YEUX.
—	—	—
<i>P. cuspidatus</i>	Hétérocerque bilobée	Marginaux
↑	↑	↑
<i>P. zysron</i>	Hétérocerque unilobée	Centraux

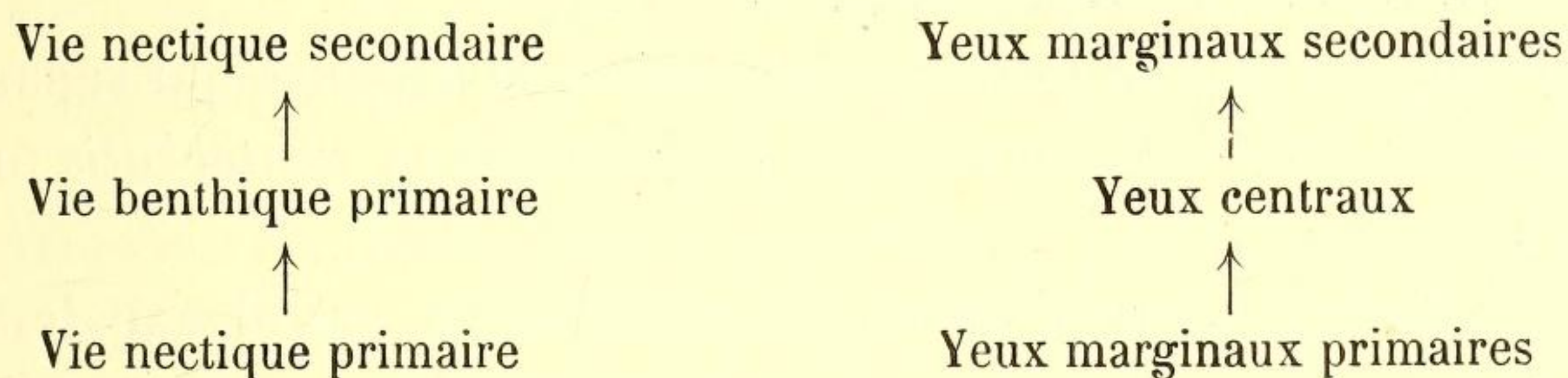


2. — Il y eut, d'autre part, *deux retours* des *Raies* à la *Vie nectique* <sup>(1)</sup> :

1. Avant la Géphyrocercie : *Pristis*.

2. Après la Géphyrocercie : *Ceratoptera*.

3. — Dans ces deux adaptations des *Raies* à la *Vie nectique secondaire*, les *Yeux* redeviennent *marginaux*, de façon qu'on a :



15. — *Irréversibilité de l'Évolution* <sup>(2)</sup> :

1. — *Pristis* reprend un *corps fusiforme*, mais conserve les fentes branchiales *hypotrèmes* de son *ancêtre dépressiforme*.

2. — *Ceratoptera* se sert de ses *pectorales* comme organes de propulsion, car il ne retrouve point, pour cet usage, la *queue rhipidicerque* de son *ancêtre squaliforme*.

3. — De même, les *Yeux marginaux secondaires* n'ont pas émigré à l'extrême bord de la tête, pour récupérer la position des *Yeux marginaux primaires*, mais :

Ou bien les *bords de la tête*, rétrécie, se sont *inclinés obliquement*, et

(1) Ce double retour ne peut nous surprendre, puisque nous retrouvons un cas pareil dans les *deux retours* des *Marsupiaux* à la *Vie terrestre* :

1. Avant la Syndactylie : *Thylacinus*.

2. Après la Syndactylie : *Diprotodon*.

L. DOLLO. *Les Ancêtres des Marsupiaux étaient-ils arboricoles?* MISCELLANÉES BIOLOGIQUES DÉDIÉES AU PROFESSEUR ALFRED GIARD A L'OCCASION DU XXV<sup>e</sup> ANNIVERSAIRE DE LA FONDATION DE LA STATION ZOOLOGIQUE DE WIMEREUX (1874-1899). Paris, 1899 ; p. 188.

L. DOLLO. *Le Pied du Diprotodon et l'Origine arboricole des Marsupiaux*. BULLETIN SCIENTIFIQUE DE GIARD. 1900. Vol. XXXIII, p. 278.

L. DOLLO. *Le Pied de l'Amphiproviverra et l'Origine arboricole des Marsupiaux*. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE. Bruxelles, 1906. Vol. XX, p. 166.

(2) L. DOLLO. *Les lois de l'Évolution*. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE. Bruxelles, 1893. Vol. VII, p. 165.

L'*Irréversibilité de l'Évolution* ne concerne pas seulement les organes *réduits*, ou *disparus*, mais aussi les organes *fonctionnels*.

Les trois exemples cités par M. C. Diener, Professeur de Paléontologie à l'Université de Vienne, ne sont pas des cas de Réversibilité, comme je le montrerai bientôt.

K. DIENER. *Paläontologie und Abstammungslehre*. SAMMLUNG GÖSCHEN. Leipzig, 1910 ; p. 141.



c'est sur cette déclivité que les yeux regardent latéralement : *Pristis* <sup>(1)</sup>.

Ou bien les *bords du disque*, échancré dans la région céphalique, se sont *rabattus* pour former les caroptères, et les yeux font ainsi saillie sur les côtés : *Ceratoptera*.

Par conséquent, de deux manières différentes, les Yeux sont redevenus marginaux sans retourner à l'état ancestral.

**16.** — Revenons à *Drepanaspis*.

Par un phénomène de Convergence, — vu la distance qui sépare les Ostracodermes des Plagiostomes, — *Drepanaspis* et *Benthobatis* ont en commun :

1. — Le Corps dépressiforme, disque ovale à grand axe longitudinal <sup>(2)</sup> ;

2. — La Queue rhipidicerque hétérocerque tronquée ;

3. — Les Yeux atrophiés.

Ces caractères extérieurs, sans importance pour établir la Parenté, ne peuvent provenir que de l'Adaptation.

Or, *Benthobatis* étant adapté à la *Vie benthique dépressiforme aphotique*, de Fouisseur permanent dans la Vase, — il devait en être de même de *Drepanaspis*.

**17.** — Mais, puisque la *cécité* de *Benthobatis* n'est pas d'origine abyssale (v. note 4, p. 395), il n'y a *pas* lieu d'accorder, non plus, une *existence abyssale* à *Drepanaspis*, — ce qui est d'accord avec le développement d'une Armure dermique chez ce dernier <sup>(3)</sup>.

**18.** — Maintenant, *Drepanaspis*, avec son armure de *plaques rigides*, peut-il être rapproché, éthologiquement, de *Benthobatis*, qui a la *peau nue* ?

Oui, car nous n'avons, ici, qu'une différence dans les moyens de défense, et non dans la manière de vivre.

(1) *Pristis cuspidatus*, toujours.

F. DAY. *The Fishes of India*, etc., Pl. CXCI, fig. 3.

(2) Ceci n'est pas simplement banal, car nous avons, chez les Raies, des disques, — soit ovales, — ou circulaires, — ou rhomboïdaux, — ou crescentiformes, — qui ne peuvent être sans signification, et correspondent, évidemment, à des manières de vivre particulières.

Le disque ovale à grand axe longitudinal, chez *Drepanaspis* et chez *Benthobatis*, indique donc des conditions d'existence analogues pour tous les deux.

(3) « It is found that these hard structures tend to degenerate and disappear both in the pelagic and deep-sea regions. »

H. N. MOSELEY. *Fauna of the Sea-Shore*, etc., p. 418.



Et cette différence s'explique par l'appareil électrique de *Benthobatis*.

En effet, les *Torpedinidæ*, protégés par leur appareil électrique, sont dépourvus des Boucles ou des Aiguillons barbelés qui arment habituellement les autres Raies.

De même, et pour la même raison, *Malopterurus* n'a, ni le casque osseux, ni les épines des nageoires de la plupart des autres *Siluridæ* (1).

### 19. — Enfin, *Drepanaspis* était-il réellement aveugle ?

Le Professeur Abel considère la chose comme probable, mais avec doute, et sans indiquer ses raisons (2).

Le Docteur Traquair admet, aujourd'hui, que les ouvertures regardées comme *orbites* sont placées sur la *face ventrale* du corps, et qu'il est, dès lors, peu vraisemblable qu'il y ait eu, là, des yeux (3).

Évidemment. Il n'y a jamais d'Yeux dans cette situation chez les animaux adaptés à la Vie benthique. Ce serait inutile, et même nuisible. Au surplus, les *Pleuronectidæ* doivent justement leur origine à la nécessité d'éviter pareille disposition (yeux sur la face inférieure du corps, pour un poisson de fond).

Mais le Docteur Traquair ajoute que, tous les spécimens de *Drepanaspis* étant écrasés, les Yeux étaient, peut-être, marginaux avant la déformation (4).

Je ne le crois pas. Car *Rhynchobatus*, qui est encore si *squaliforme*, a déjà les *Yeux centraux*.

A fortiori, *Drepanaspis*, qui est *torpédiniforme* (c'est-à-dire plus complètement adapté à la Vie benthique), devait avoir les *Yeux centraux* (comme *Benthobatis*, qui, d'ailleurs, les a dans cette position) (5).

(1) G. A. BOULENGER. *Les Poissons du Bassin du Congo*. Bruxelles, 1901. Pl. XVI, fig. 2.

(2) O. ABEL. *Bau und Geschichte der Erde*. Vienne, 1909. Fig. 93, p. 97.

(3) R. H. TRAQUAIR. *The Lower Devonian Fishes of Gemünden*. TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. 1903. Vol. XL, p. 730.

(4) R. H. TRAQUAIR. *Lower Devonian Fishes of Gemünden, etc.*, p. 730.

(5) D'autre part, chez les *Ostracodermes*, quand la Queue est *hétérocerque unilobée*, les Yeux sont *centraux* :

1. *Ateleaspis*,  
2. *Cephalaspis*,

3. *Pterichthys*,  
4. *Bothriolepis*.

Il est donc probable que, de ce côté aussi, il devait en être de même, avant l'atrophie, chez *Drepanaspis*.

R. H. TRAQUAIR. *A Monograph of the Fishes of the Old Red Sandstone of Britain : Asterolepidæ*. PALÆONTOGRAPHICAL SOCIETY. Londres, 1894-1906. Vol. XLVIII, fig. 36 (p. 65) et Vol. LVIII, fig. 51 (p. 92), fig. 57 (p. 112), fig. 59 (p. 113).



Or, il n'y a pas de déformation qui aurait pu amener, sur la face ventrale du corps, deux ouvertures placées dorsalement au voisinage du plan médian.

Et il n'y a pas d'autres ouvertures sur la face dorsale de *Drepanaspis*. Cet Ostracoderme était donc *aveugle* <sup>(1)</sup>.

## 5.

## LES MÉROSTOMATES.

1. — Les *Mérostomates*, — dont la position, longtemps discutée, a été fixée, définitivement, par le célèbre zoologiste anglais Sir Ray Lankester <sup>(2)</sup>, — sont des *Arachnides*, qui, — à l'exception des *Limules*, mésozoïques et néozoïques (plusieurs espèces encore vivantes, d'ailleurs), — sont, tous, *paléozoïques*, allant du Silurien inférieur (Cambrien) au Carbonifère supérieur (Permien).

2. — Le problème de la position et du développement des *Yeux*, en fonction de la forme de la *Queue*, se présente aussi pour les Mérostomates, puisque :

1. *Erettopterus* <sup>(3)</sup>,

2. *Pterygotus* <sup>(4)</sup>,

3. *Slimonia* <sup>(5)</sup>,

4. *Hughmilleria* <sup>(6)</sup>,

---

(1) S'il était définitivement démontré que l'orbite supposée de *Drepanaspis* répond bien à celle de *Pteraspis*, morphologiquement, — et s'il était prouvé définitivement aussi que cette dernière est bien une orbite, — alors il ne resterait plus qu'une interprétation : c'est que l'œil de *Drepanaspis* était atrophié avant de passer sur la face ventrale du corps, ce qui n'est pas impossible, vu les faibles dimensions des ouvertures en discussion.

Mais *Drepanaspis* n'en serait pas moins *aveugle*.

R. H. TRAQUAIR. *Lower Devonian Fishes of Gemünden*, etc., p. 729.

(2) E. RAY LANKESTER. *Limulus an Arachnid*. QUARTERLY JOURNAL OF MICROSCOPICAL SCIENCE. Londres, 1881. Vol. XXI, p. 504.

(3) F. SCHMIDT. *Die Crustaceenfauna der Eurypterenschichten von Rootziküll auf Oesel (Miscellanea Silurica. III)*. MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG. 1883. Vol. XXXI, fig. 1 A, p. 72.

(4) H. WOODWARD. *A Monograph of the British Fossil Crustacea, belonging to the order Merostomata*. PALÆONTOGRAPHICAL SOCIETY. Londres, 1866-78. Vol. XIX, Pl. VIII, fig. 2.

(5) M. LAURIE. *The Anatomy and Relations of the Eurypteridæ*. TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. 1893. Vol. XXXVII, Pl. II, fig. 9.

(6) C. J. SARLE. *A New Eurypterid Fauna from the Base of the Salina of Western New York*. NEW YORK STATE MUSEUM : 56<sup>th</sup> ANNUAL REPORT (1902). Albany, 1904. Pl. VI.



ont des *yeux marginaux* ; tandis que :

1. *Eurypterus* <sup>(1)</sup>,

2. *Stylonurus* <sup>(2)</sup>,

3. *Belinurus* <sup>(3)</sup>,

4. *Limulus* <sup>(4)</sup>,

ont des *yeux centraux* ; et :

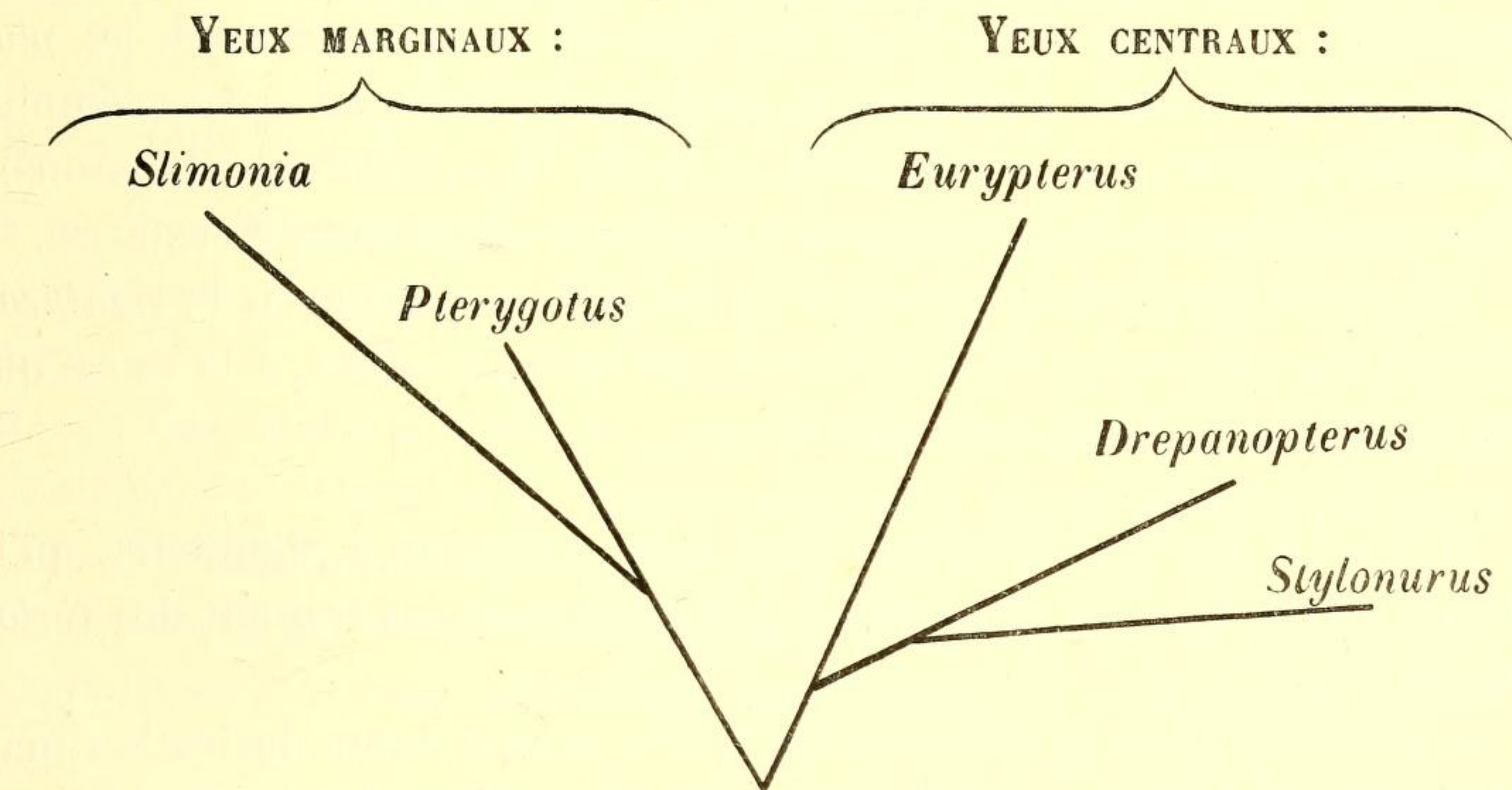
1. *Adelophthalmus* <sup>(5)</sup>,

2. *Bunodes* <sup>(6)</sup>,

sont *aveugles*.

3. — Or, M. Malcolm Laurie, Professeur à l'École-de-Médecine d'Édimbourg, regarde la *Position des Yeux* comme un signe de *Parenté*, car, non seulement il écrit <sup>(7)</sup> :

« From a morphological standpoint, the family seems to fall into two sections, determined chiefly by the position of the compound eyes. », mais son arbre phylogénique sépare les *Eurypteridæ* en deux groupes, selon qu'ils ont les Yeux marginaux ou les Yeux centraux :



(1) G. HOLM. *Ueber die Organisation des Eurypterus Fischeri*. Eichw. MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG. 1898. Vol. VIII, Pl. I, fig. 1.

(2) C. E. BEECHER. *Restoration of Stylonurus Lacoanus, a Giant Arthropod from the Upper Devonian of the United States*. AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE. 1900. Vol. X, Pl. I.

(3) H. WOODWARD. *A Monograph, etc.*, Vol. XXXII, Pl. XXXI, fig. 1b.

(4) J. VAN DER HOEVEN. *Recherches sur l'Histoire naturelle et l'Anatomie des Limules*. Leyde, 1838. Pl. VI, fig. 1.

(5) « Wendet man sich nunmehr der Beschreibung der einzelnen Theile zu, so fällt bei dem Kopf-Brustschild auf, dass daran gar keine Andeutung von Stellen wahrgenommen wird, wo die Augen hätten liegen können... Bei der Saarbrücker Versteinerung kann dieser Mangel unmöglich von der Entfernung der äusseren Schichte der Schale herrühren. »

H. JORDAN UND H. VON MEYER. *Ueber die Crustaceen der Steinkohlenformation von Saarbrücken*. PALAEONTOGRAPHICA. Cassel, 1856. Vol. IV, Pl. II, fig. 1, et pp. 8 et 11.

(6) « Von Augen habe ich keine Spur bemerken können. » ... « Von den 5 neuen *Bunodes* - Exemplaren... Sie zeigen die Sculptur sehr schön und lassen ausserdem auch die Gesichtslinien deutlicher erkennen als die früher abgebildeten Stücke. Dennoch ist auch jetzt keine Spur von Augen entdeckt worden. »

F. SCHMIDT. *Die Crustaceenfauna, etc.*, Pl. VII, fig. 1, et pp. 36 et 42.

(7) M. LAURIE. *The Anatomy, etc.*, pp. 520 et 522.



4. — Et nous retrouvons la même opinion, en Amérique, à propos de *Hughmilleria* <sup>(1)</sup> :

« Regarding its resemblance to *Eurypterus* it might be said that, but for the marginal position of the eyes and relatively large chelæ, this form would easily be mistaken for a species of that genus. »

Pourtant :

« From a consideration of the foregoing facts, it appears that *Hughmilleria* is most closely related to *Pterygotus*. With *Pterygotus* and *Slimonia*, it makes three genera of Eurypterids having the compound eyes marginal. »

5. — Cependant, la *Position des Yeux* est un caractère purement adaptatif.

En premier lieu, parce que les Yeux marginaux, les Yeux centraux, ou même l'absence d'Yeux, se rencontrent dans les groupes les plus divers, n'ayant entre eux aucune connexion génétique ; par exemple, pour ne pas sortir de notre cadre, chez les Ostracodermes (Poissons), chez les Mérostomates (Arachnides) et chez les Trilobites (Crustacés).

Et, en second lieu, parce qu'il est possible de découvrir la *signification éthologique* de ces dispositions et de remonter, ainsi, à la cause qui les a provoquées indépendamment.

6. — Le Docteur Traquair s'est très bien aperçu, d'ailleurs, qu'il devait s'agir, là, d'un phénomène de *Convergence*, en traitant des *Cæolopidæ* <sup>(2)</sup> :

« But upholders of the arthropod idea of vertebrate derivation may also point out that the lateral eyes of certain Eurypterids (*Pterygotus*, *Slimonia*) also occupy the same situation in the head. Other members of the same group (*Eurypterus*, *Stylonurus*) have their lateral eyes on the upper surface of the cephalic shield towards the middle, as the *Cephalaspidæ*, — in either case I fear we have to do with what the Germans call a » *Convergenz-Erscheinung* «. »

7. — Sans aucun doute. Mais *quelle Convergence* ?

En d'autres termes, à quelles *Conditions d'Existence communes* faut-il attribuer les Yeux marginaux, les Yeux centraux et l'absence d'Yeux chez les Ostracodermes, les Mérostomates et les Trilobites ?

(1) C. J. SARLE. *A New Eurypterid Fauna*, etc., pp. 1090 et 1091.

(2) R. H. TRAQUAIR. *Supplementary Report*, etc., p. 882.



C'est ici que l'étude de la position et du développement des *Yeux* chez les Mérostomes, en fonction de la forme de la *Queue*, va nous éclairer, comme pour les Ostracodermes.

8. — Nous avons, en effet :

GENRES.	YEUX.	QUEUE.
—	—	—
1. <i>Erettopterus</i> ,	Marginaux.	Platyure (1).
2. <i>Pterygotus</i> ,	»	»
3. <i>Slimonia</i> ,	»	»
4. <i>Hughmilleria</i> ,	»	»
5. <i>Eurypterus</i> ,	Centraux.	Xiphosure (2).
6. <i>Stylonurus</i> ,	»	»
7. <i>Belinurus</i> ,	»	»
8. <i>Limulus</i> ,	»	»
9. <i>Adelophthalmus</i> ,	Absents.	Xiphosure.
10. <i>Bunodes</i> .	»	»

9. — Conclusions :

1. — Les Mérostomes avec *Yeux marginaux* fonctionnels ont la *Queue platyure* : ce sont les types *nageurs* (Vie nectique euphotique) ;

2. — Les Mérostomes avec *Yeux centraux* fonctionnels ont la *Queue xiphosure* : ce sont les types *fouisseurs* à *séjour intermittent* dans la *vase* (Vie benthique euphotique) ;

3. — Les Mérostomes *aveugles* ont la *Queue xiphosure* : ce sont les types *fouisseurs* à *séjour permanent* dans la *vase* (Vie benthique aphotique).

10. — Ce qui doit être, car :

1. — Il n'est pas possible de fouir avec des *Yeux marginaux* comme ceux d'*Erettopterus*, de *Pterygotus*, de *Slimonia* et de *Hughmilleria*, tandis que la palette caudale de ces genres est appropriée à la natation ;

2. — Nous sommes renseignés, par l'observation directe sur la Limule (v. notes 2, p. 392, et 2, p. 407), en ce qui concerne l'utilisation des *Yeux* et le fonctionnement de la *Queue* pour les Mérostomes de la seconde catégorie (*Eurypterus*, *Stylonurus*, *Belinurus* et *Limulus*) ;

3. — Le troisième groupe (*Adelophthalmus*, *Bunodes*) se rattache intimement au second, mais l'absence d'*Yeux* établit la Vie aphotique.

(1) Queue spatuliforme, aplatie dorso-ventralement.

(2) Queue ensiforme, comme celle de la Limule.



# ÉTAPES DE L'ÉVOLUTION DU TELSON CHEZ LES EURYPTÉRIDES.

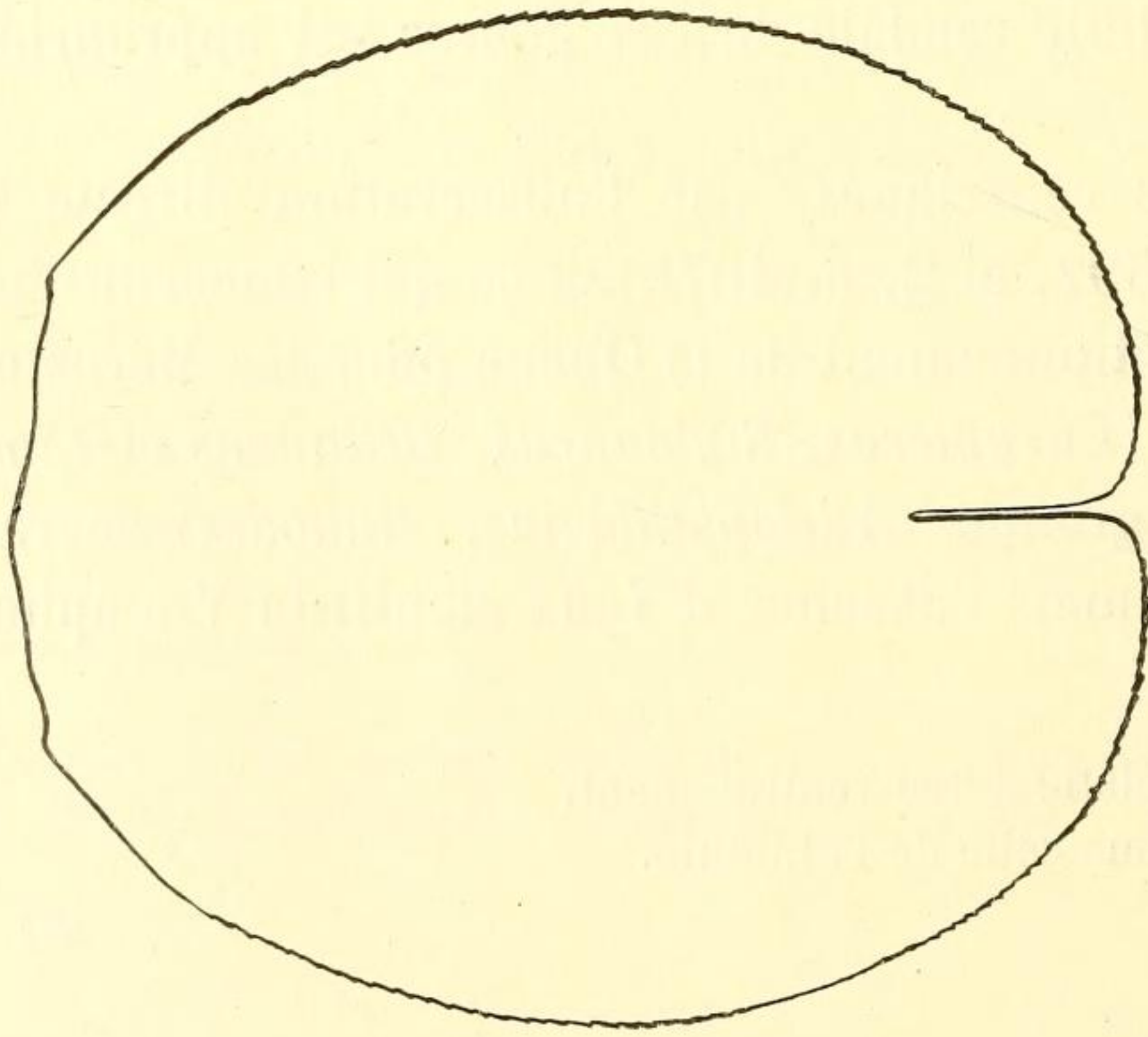


FIG. 1.

**Erettopterus,**

J. W. Salter, 1859.

D'après F. Schmidt

(Mém. Acad. Sc. St-Pétersbourg,

1883, XXXI,

n° 5, Pl. VI, fig. 3).

Queue platyure bilobée.

Vie nectique

(Yeux marginaux).

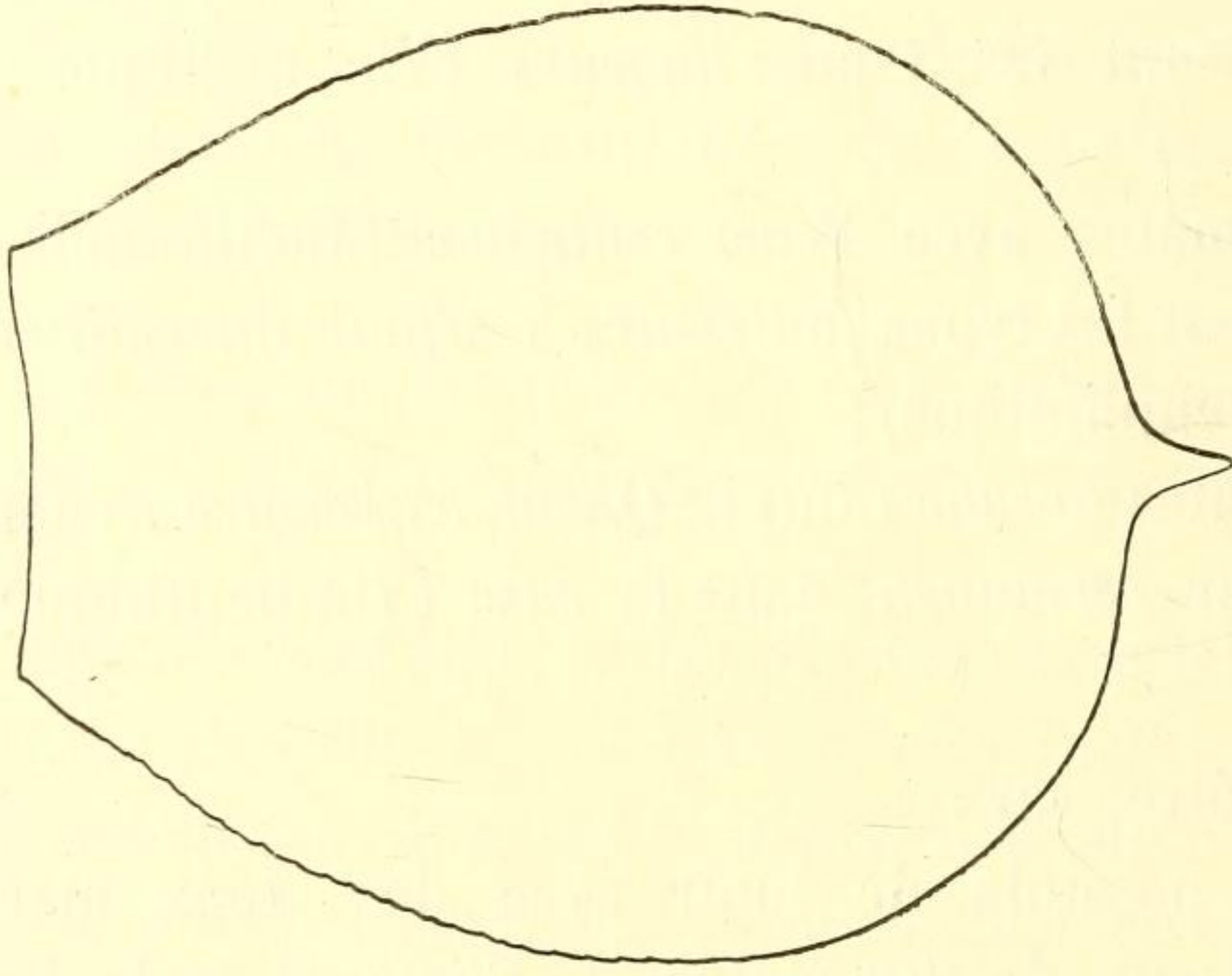


FIG. 2.

**Pterygotus,**

L. Agassiz, 1844.

D'après H. Woodward

(Palaeontographical Society,

1866, XIX,

Pl. VI).

Queue platyure pointue.

Vie nectique

(Yeux marginaux).

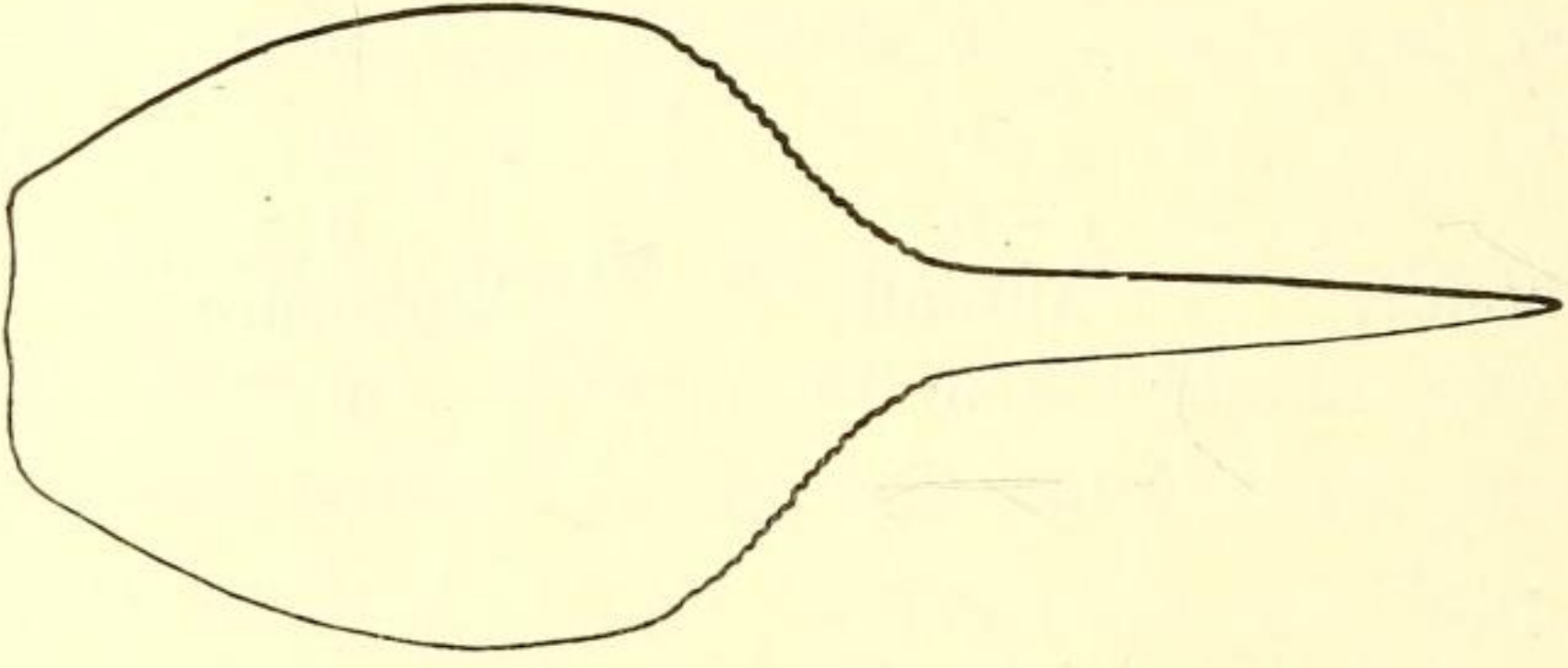


FIG. 3.

**Slimonia,**

D. Page, 1856.

D'après H. Woodward

(Palaeontographical

Society, 1872, XXV,

Pl. XVII, fig. 1).

Q. plat. pointe étirée.

Vie nectique

(Yeux marginaux).

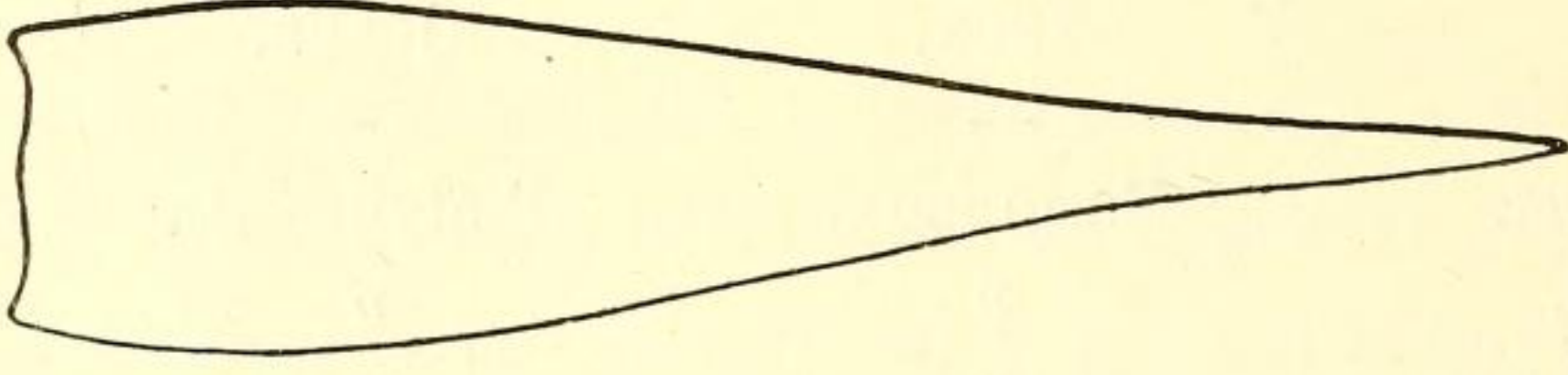


FIG. 4.

**Hughmilleria,**

C. J. Sarle, 1903.

D'après C. J. Sarle

(New York State Mus.,

56<sup>th</sup> Ann. Rep., 1904,

Pl. XV, fig. 5).

Queue platyure lancéolée.

Vie nectique

(Yeux marginaux).

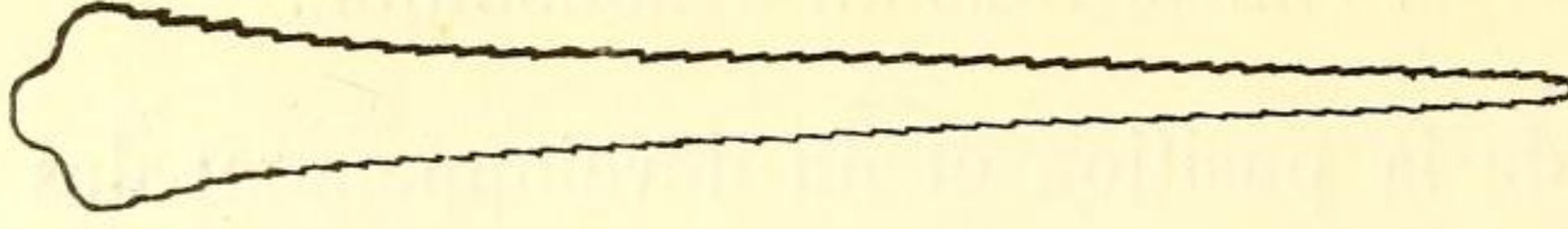


FIG. 5

**Eurypterus,**

J. E. De Kay, 1825.

D'après G. Holm

(Mém. Acad. Sc.

St-Pétersbourg, 1898,

VIII, n° 2, Pl. I, fig. 1).

Queue xiphosure.

Vie benthique

(Yeux centraux).



**11.** — Donc, pour les *Mérostomates* comme pour les *Ostracodermes*, nous arrivons à caractériser, par la position et le développement des Yeux, combinés à la forme de la Queue :

1. La Vie nectique euphotique,
2. La Vie benthique euphotique,
3. La Vie benthique aphotique,

c'est-à-dire, non seulement à reconnaître les *Convergences*, mais à en déterminer la *cause éthologique*.

**12.** — Par conséquent, aussi, la *Position des Yeux* représente une manière de vivre, une *Adaptation*, non un signe de Parenté :

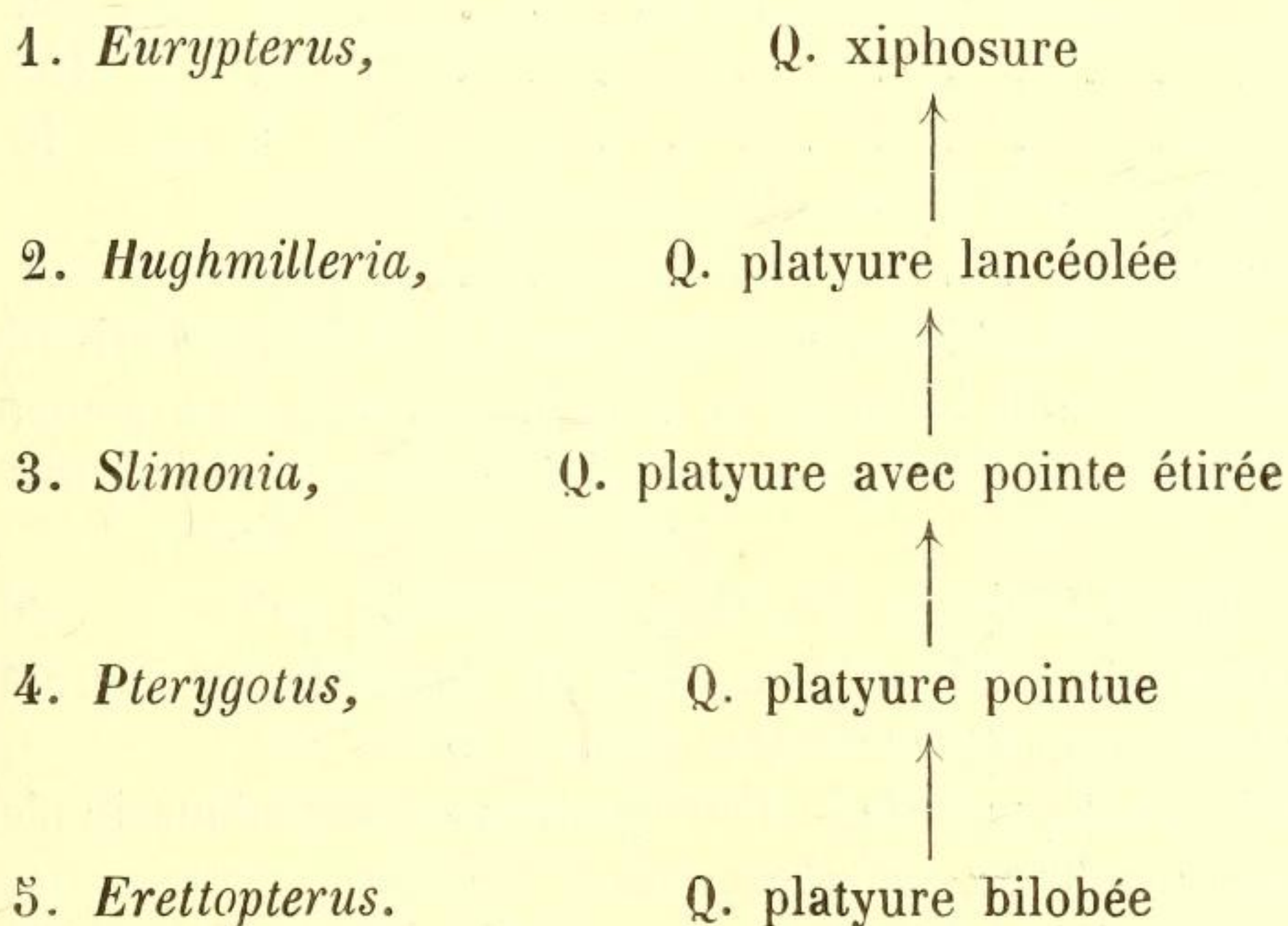
1. — Au point de vue des connexions génétiques, deux *Euryptérides platyures* à Yeux marginaux peuvent n'avoir d'autres relations que d'être sortis de la souche commune du groupe.

Exemple : *Pterygotus* et *Slimonia*, qui correspondent à deux lignes d'Évolution absolument différentes, le premier ayant spécialisé les Chélicères, le second les Pédipalpes.

2. — Inversement, au point de vue des connexions génétiques toujours, un *Euryptéride platyure* à Yeux marginaux peut être voisin d'un *Euryptéride xiphosure* à Yeux centraux.

Exemple : *Hughmilleria* n'est qu'un *Eurypterus* encore nageur, mais dont la queue platyure montre déjà une tendance à devenir xiphosure.

**13.** — Il est possible, enfin, de retracer les *Étapes* (non la Phylogénie) de l'Évolution de la Queue chez les *Euryptérides* :





## 4.

## LES TRILOBITES.

1. — Les *Trilobites* sont des *Crustacés* exclusivement *paléozoïques*, — qu'on rencontre dans tous les terrains, depuis le Silurien inférieur (Cambrien) jusqu'au Carbonifère supérieur (Permien), — et qui eurent leur apogée dans le Silurien moyen (Ordovicien) (1).

2. — Sur les *Mœurs des Trilobites*, — sauf qu'ils étaient *marins*, — on ne trouve, dans les manuels, que des opinions vagues ou erronées (2).

Et d'abord, il n'est pas permis de parler des mœurs des *Trilobites* en général, car ils furent divers dans leur organisation, donc dans leurs mœurs aussi.

Naturellement, dans un premier essai, comme celui-ci, il ne peut être question que de chercher une *interprétation adéquate* pour quelques *cas typiques* qui se rattachent aux problèmes que nous avons examinés plus haut : position et développement des *Yeux*, en fonction de la forme de la *Queue*.

L'étude systématique des mœurs des *Trilobites*, déduites de leur structure, est réservée à l'avenir.

---

(1) Nous avons, en effet :

	Genres.	Espèces.
Silurien inférieur (Cambrien) . . . . .	22	282
» moyen (Ordovicien) . . . . .	77	866
» supérieur (Gothlandien) . . . . .	31	482
Dévonien . . . . .	11	105
Carbonifère . . . . .	5	16
pour finir, dans le Carbonifère supérieur (Permien), par . . . . .	1	1

(2) « Nach der Beschaffenheit ihrer Füsse waren die Trilobiten, wie die Ostracoden und Daphniden wahrscheinlich befähigt, zu schwimmen und zu kriechen, und darum weder ausschliesslich an die Küste, noch an den Boden, noch an das offene Meer gebunden. »

*Les Trilobites*, lesquels? *Ostracodes et Daphnides*, pourquoi?

« Für manche Trilobiten darf ein Aufenthalt in ansehnlicher Tiefe angenommen werden, da sie der Sehorgane vollständig entbehren. »

Confusion de la *Vie aphotique* et de la *Vie abyssale* : un animal marin n'est pas nécessairement abyssal parce qu'il est aveugle.

K. A. VON ZITTEL. *Grundzüge der Palæontologie*. Munich, 1895; p. 467.



3. — Commençons par *Homalonotus delphinocephalus* <sup>(1)</sup> :

## TRILOBITE FOUSSEUR.

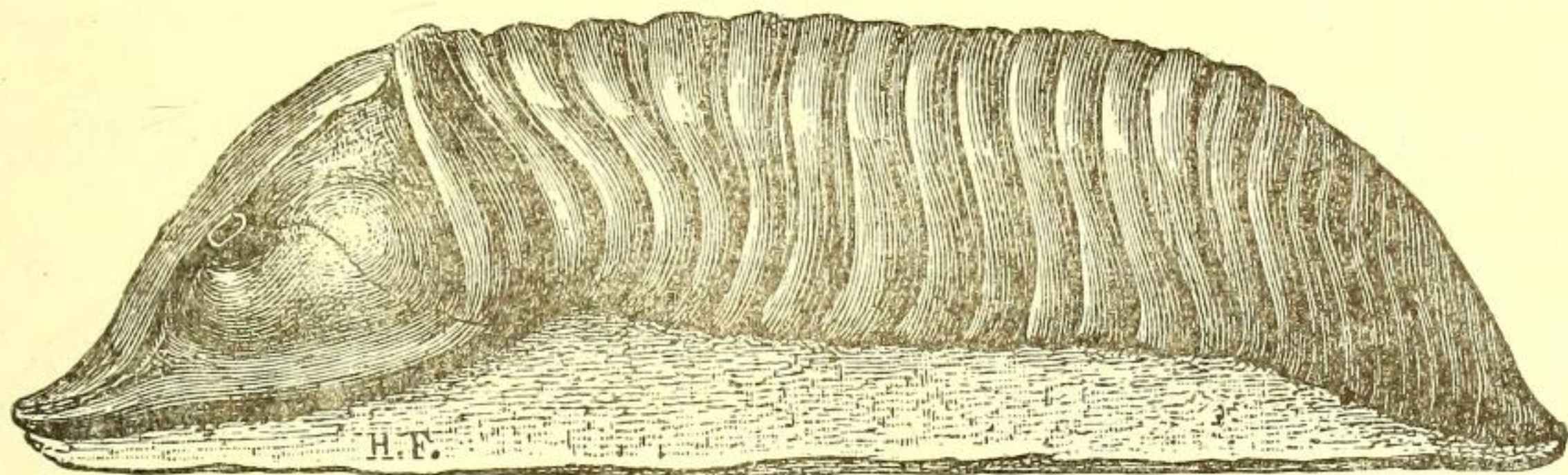


FIG. 6.

*Homalonotus delphinocephalus*,

J. Green, 1832.

Silurien supérieur.

Proparia. — Calymenidæ.

Dudley (Angleterre).

Profil gauche.

Longueur : 0<sup>m</sup>15, environ.

D'après A. Gaudry

(Enchaînements du monde animal, Fossiles primaires.

Paris, 1883. Fig. 186, p. 190).

Pour montrer, la Tête peltiforme, avec les Yeux centraux fonctionnels, — le Corps dépressiforme, — et le Pygidium pointu, — Adaptations à la Vie benthique euphotique.

L'allure de ce profil prouve que notre Trilobite devait être un Fouisseur dans la vase.

1. — La tête peltiforme, avec les yeux centraux fonctionnels ;

2. — Le corps dépressiforme ;

5. — Le pygidium terminé en pointe ;

indiquent, évidemment, des mœurs comme celles de *Limulus* (simple Convergence, sans aucune relation de parenté, bien entendu) <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> J. W. SALTER. *A Monograph of the British Trilobites : Cambrian, Silurian, and Devonian*. PALÆONTOGRAPHICAL SOCIETY. Londres, 1864-83. Vol. XVII, Pl. XI, fig. 1, 1a, 11.

A. GAUDRY. *Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques : Fossiles primaires*. Paris, 1883. Fig. 186, p. 190.

<sup>(2)</sup> « In the burrowing operation the forward edge of the anterior shield is pressed downward, and shoved forward, the two shields being inflected, and the sharp point of the tail presenting the fulcrum as it pierces the mud, while underneath the feet are incessantly active, scratching up and pushing out the earth on both sides. There is a singular economy of force in this excavating action, for the alternate doubling up or inflecting, and straightening out of the two carapaces, with the pushing



Par conséquent, *Vie benthique euphotique*, de Fouisseur, avec séjour intermittent dans la Vase.

Ce que confirme, d'ailleurs, l'allure générale de l'animal, dans une vue de profil.

### CARACTÈRE ADAPTATIF DE L'AIGUILLON CAUDAL.

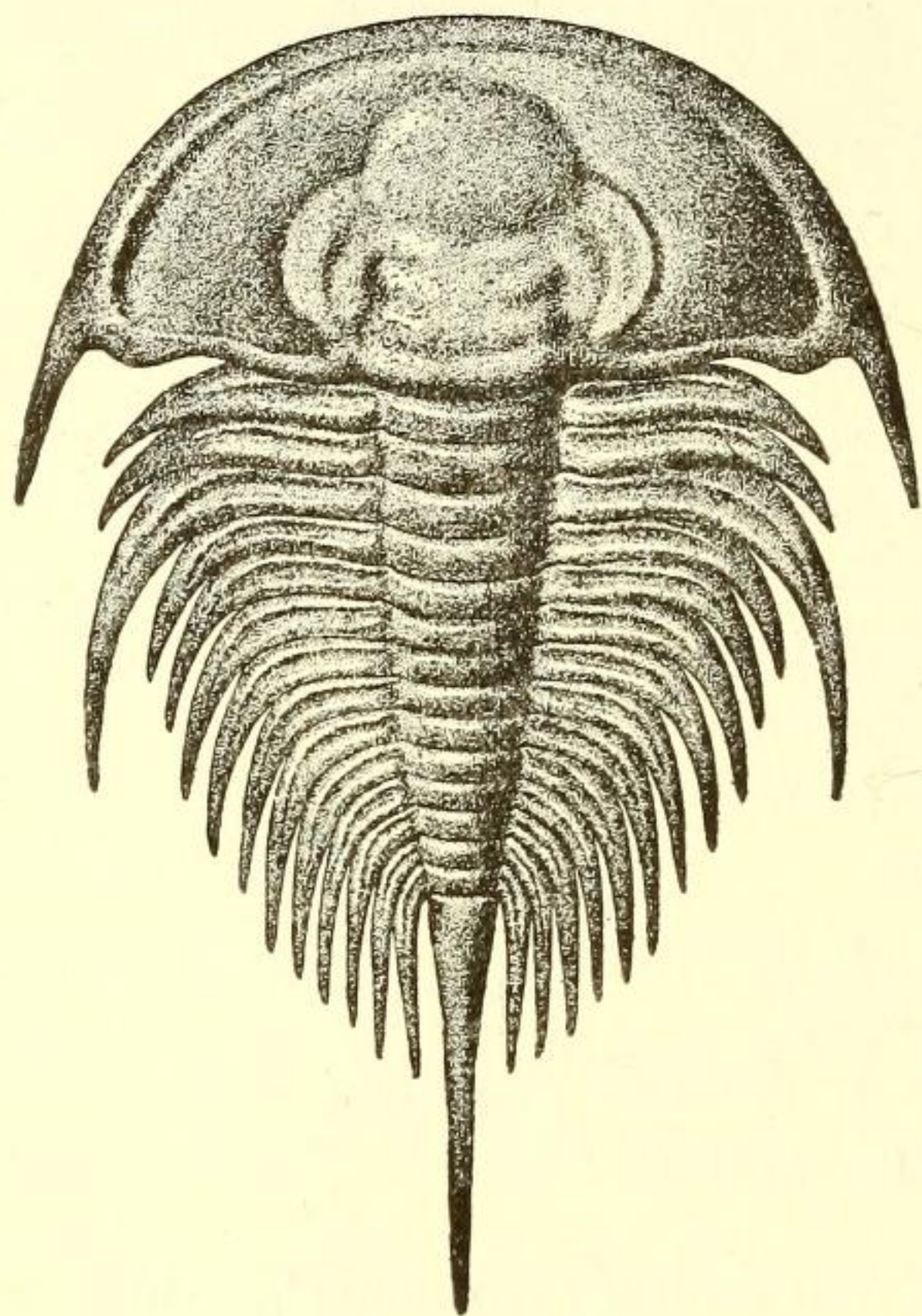


FIG. 7.

**Olenellus Thompsoni,**  
J. Hall, 1859.

**Silurien inférieur (Cambrien).**

Opisthoparia. — Olenidæ.

États-Unis, Canada, Terre-Neuve.

Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>15, environ.

D'après C. D. Walcott

(W. B. Scott. *An Introduction to Geology*.  
New-York, 1908. Fig. 2, p. 556).

Pour montrer le Pygidium xiphosure transformé tout entier en aiguillon caudal.

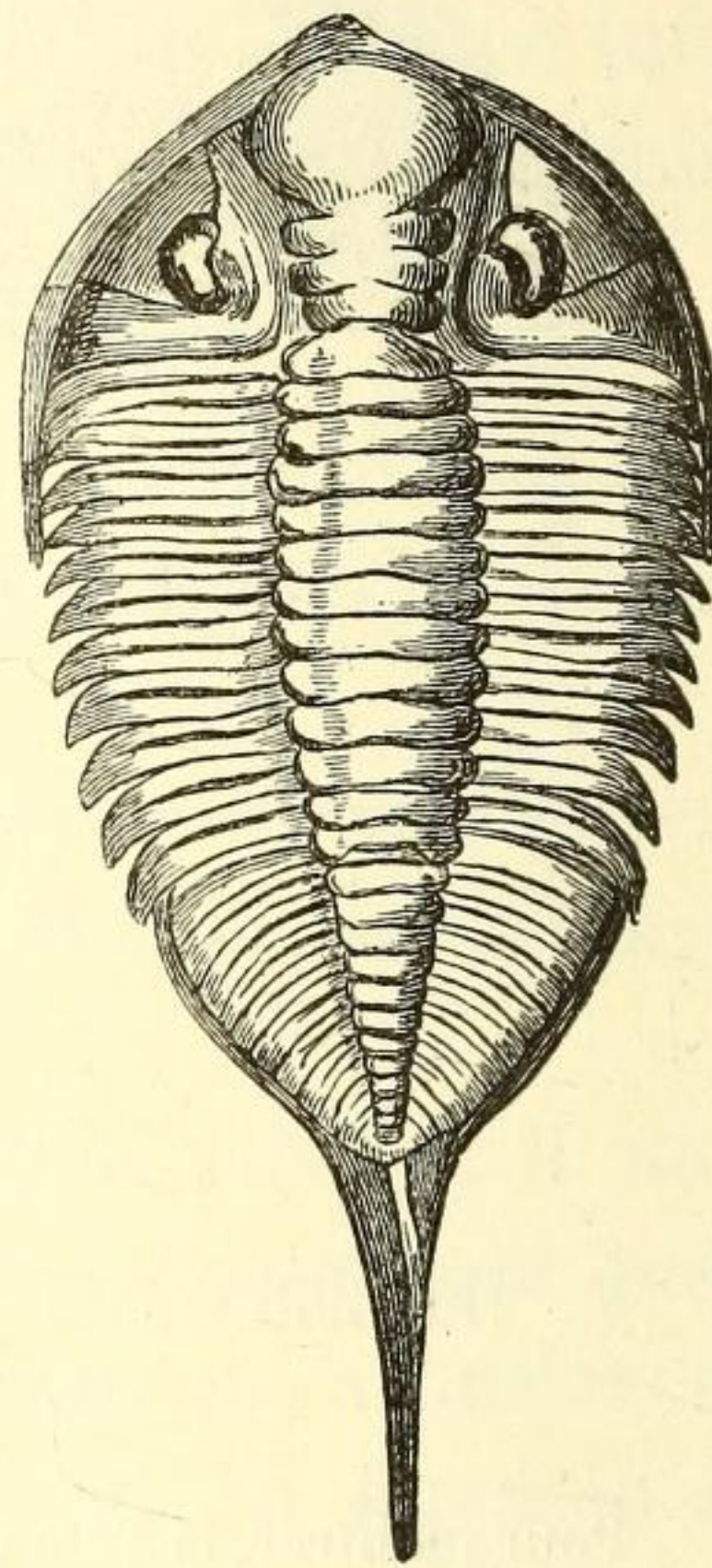


FIG. 8

**Dalmanites limulurus,**  
J. Green, 1832.

**Silurien supérieur (Gothlandien).**

Proparia. — Phacopidæ.

Lockport, New-York (États-Unis).

Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>08, environ.

D'après J. Hall

(*Palæontology of New-York*. Vol. II,  
Pl. LXVII, fig. 1. Albany, 1852).

Pour montrer le Pygidium xiphosure dont le bord postérieur seul est prolongé en aiguillon caudal.

purchase exerted by the tail, accomplish both digging and subterranean progression. Hence the King Crab is worthy to be called the Marine Mole. »

S. LOCKWOOD. *The Horse Foot Crab*, etc., p. 258.

L'étude des Isopodes du genre *Serolis* (autre cas de Couvergence, sans aucune relation de parenté) jettera aussi beaucoup de lumière sur l'Éthologie des Trilobites :

T. STUDER. *Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere von Kerguelensland* (Gazelle, 1874-1876). ARCHIV FÜR NATURGESCHICHTE. 1879. Vol. I, p. 19.

F. E. BEDDARD. *Report on the Isopoda : The Genus Serolis*. VOYAGE OF H. M. S. CHALLENGER DURING THE YEARS 1873-1876 : ZOOLOGY. Édimbourg, 1884. Vol. XI, part. XXXIII.



4. — Au type éthologique de *Homalonotus delphinocephalus* se rattachent un grand nombre de Trilobites, dont les plus caractéristiques sont *Olenellus Thompsoni* <sup>(1)</sup> et *Dalmanites limulurus* <sup>(2)</sup>.

Et ceux-ci nous montrent bien que l'aiguillon caudal, notamment, est un caractère adaptatif, dont l'origine ne peut être expliquée d'une manière satisfaisante que par le même usage, donc par les mêmes mœurs.

En effet, chez *Olenellus Thompsoni*, cet aiguillon caudal est constitué par le *pygidium* tout entier, — tandis que, chez *Dalmanites limulurus*, c'est un simple prolongement du bord postérieur du *pygidium*.

Dès lors, deux aiguillons de valeur morphologique différente, formés indépendamment, par suite des mêmes besoins, assurément analogues à ceux de *Limulus*.

5. — Passons, maintenant, à *Deiphon Forbesi* <sup>(3)</sup>.

Nous trouvons, ici :

1. — Une tête avec glabelle globuleuse, se projetant en avant, et des yeux marginaux fonctionnels ;

2. — Un corps dépressiforme ;

3. — Un *pygidium* aplati et échancré.

Évidemment, impossible de fouir avec une pareille tête.

Mais les Yeux marginaux fonctionnels et la Queue platyure échancrée (reproduction exacte, en miniature, de la Queue des Cétacés) sont ceux d'un Trilobite nageur : Vie nectique euphotique.

6. — Et, à présent, la Vie nectique de *Deiphon Forbesi* est une Vie nectique secondaire.

Car *Deiphon* est une sorte de *Cheirurus* spécialisé.

Or, *Cheirurus* a les yeux centraux <sup>(4)</sup>. Donc la Vie nectique de *Deiphon* est postérieure à une Vie benthique.

<sup>(1)</sup> C. D. WALCOTT. *The Fauna of the Lower Cambrian or Olenellus Zone*. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (10<sup>th</sup> ANNUAL REPORT, 1888-1889 : GEOLOGY). Washington, 1890 ; p. 635.

<sup>(2)</sup> J. HALL. *Palæontology of New-York*. Albany, 1852. Vol. II, p. 303.

<sup>(3)</sup> J. BARRANDE. *Système silurien du centre de la Bohême*. Prague, 1852. Vol. I, pp. 814 et 931.

J. BARRANDE. *Système silurien, etc., Supplément*. Prague, 1872. Vol. I, p. 115.

J. W. SALTER. *A Monograph, etc.*, Vol. XVII, Pl. VII, fig. 1 c.

L'allure de l'animal, dans cette dernière figure, est vraiment celle d'un animal nageur.

<sup>(4)</sup> K. A. VON ZITTEL. *Text-Book of Palæontology*. New-York, 1900. Vol. I, pp. 634 et 635.



Mais les Trilobites qui ont les yeux centraux ont eu, antérieurement, les yeux marginaux, comme le démontre l'ontogénie de *Dalmanites*, par exemple <sup>(1)</sup>.

Par conséquent, nous avons :

<i>Deiphon.</i>	Yeux marginaux secondaires	Vie nectique secondaire
	↑	↑
<i>Cheirurus.</i>	Yeux centraux primaires	Vie benthique primaire
	↑	↑
<i>Protaspis.</i>	Yeux marginaux primaires	Vie nectique primaire

### 7. — Contrôle par l'Irréversibilité <sup>(2)</sup>.

Si la Vie nectique de *Deiphon* est une Vie nectique secondaire, les Yeux ne doivent pas être marginaux de la même manière que dans la Vie nectique primaire.

Or, c'est, justement, ce qui est. Puisque nous avons :

GENRES.	VIE.	ÉVOLUTION YEUX.	POSITION YEUX.	JOUES MOBILES.
—	—	—	—	—
<i>Deiphon.</i>	Nect. second.	Marg. second.	Latéraux glabelle	Réduites
	↑	↑	↑	↑
<i>Cheirurus.</i>	Benth. prim.	Centr. prim.	Latéraux glabelle	Fonctionnelles
	↑	↑	↑	↑
<i>Protaspis.</i>	Nect. prim.	Marg. prim.	Antérieurs glabelle	Absentes

Ainsi, dans la *Vie nectique secondaire*, les Yeux ne reprennent pas la position qu'ils occupaient dans la Vie nectique primaire, — en avant de la glabelle, — mais la *régression des Joues mobiles* leur permet de redevenir marginaux d'une autre façon, c'est-à-dire en restant latéraux à la glabelle.

<sup>(1)</sup> C. E. BEECHER. *The Larval Stages of Trilobites*. AMERICAN GEOLOGIST. 1895. Vol. XVI, p. 174.

C. E. BEECHER. *Outline of a Natural Classification of the Trilobites*. AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE. 1897. Vol. III, Pl. III, fig. 5-8.

<sup>(2)</sup> L. DOLLO. *Lois de l'Évolution*, etc., p. 165.



8. — Nous arrivons à *Æglina prisca* (1).

### TRILOBITE FOUISSEUR ET TRILOBITE NAGEUR.

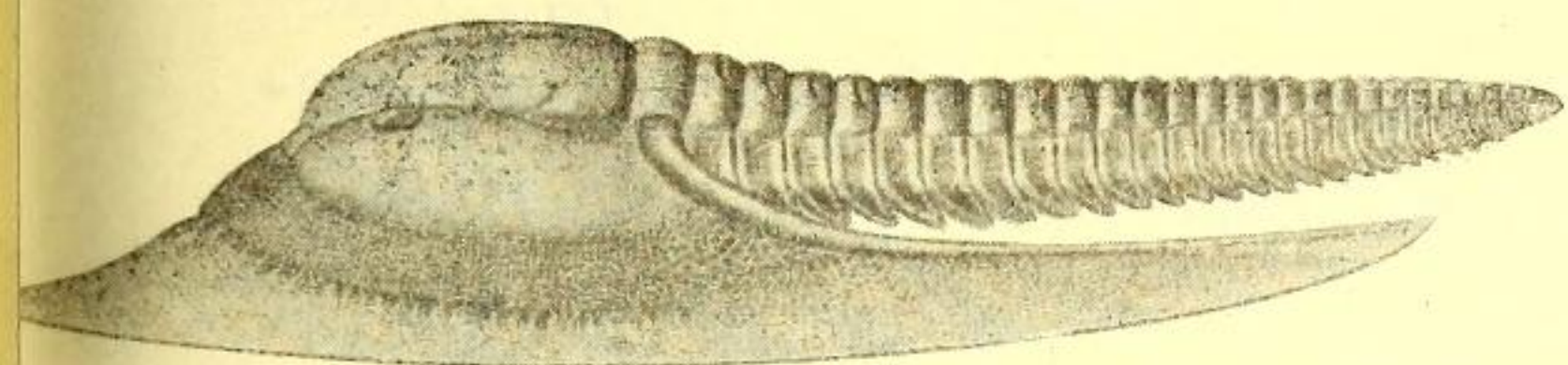


FIG. 9.

**Harpes ungula,**

K. von Sternberg, 1833.

Silurien supérieur (Gothlandien).

Hypoparia. — Harpedidæ.

Bohême.

Profil gauche.

Longueur : 0<sup>m</sup>045, environ.

D'après J. Barrande

(Système silurien du centre de la Bohême.

Vol. I, Pl. IX, fig. 2. Prague, 1852).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels, Adaptation à la Vie benthique euphotique, — et la Tête peltiforme, Adaptation à la Vie benthique.

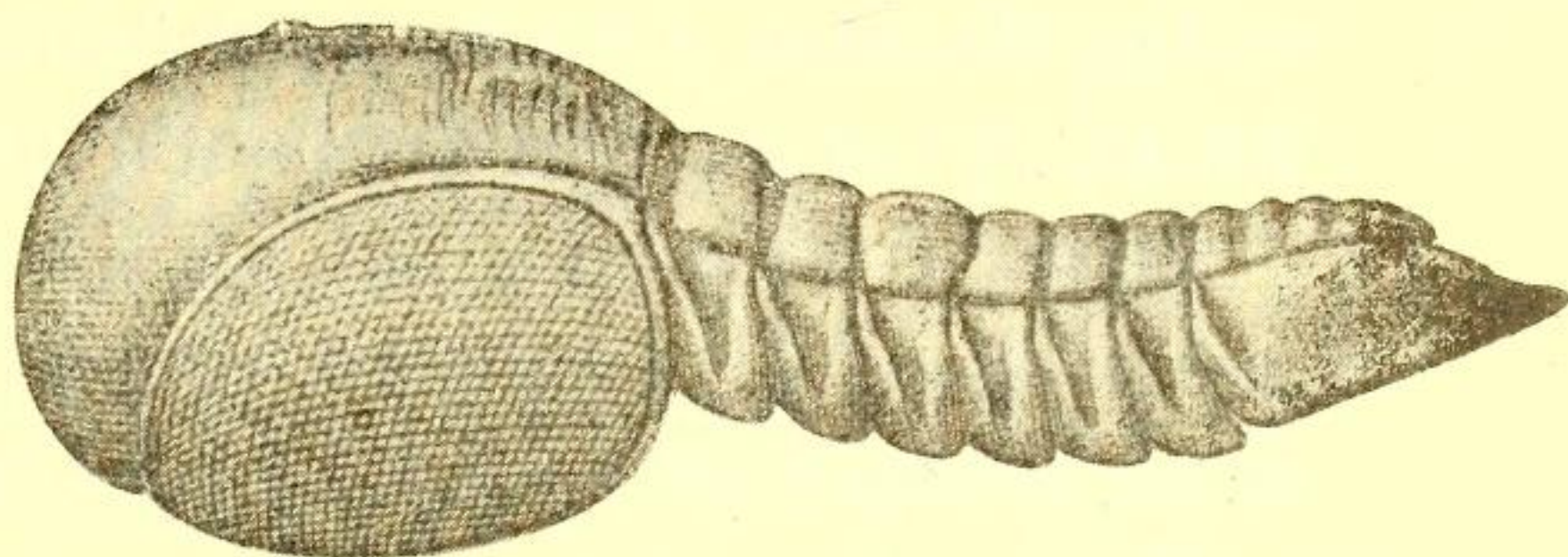


FIG. 10.

**Æglina prisca,**

J. Barrande, 1856.

Silurien moyen (Ordovicien).

Opisthoparia. — Asaphidæ.

Bohême.

Profil gauche.

Longueur : 0<sup>m</sup>05, environ.

D'après J. Barrande

(Système silurien du centre de la Bohême.

Vol. I, suppl., Pl. V, fig. 3. Prague, 1872).

Pour montrer les Yeux marginaux hypertrophiés, Adaptation à la Vie nectique dysphotique, — et la Tête globuleuse, Adaptation à la Vie nectique.

Nous trouvons, ici :

1. — Une tête globuleuse, avec des yeux marginaux hypertrophiés;

2. — Un corps dépressiforme;

3. — Un pygidium arrondi, à bord postérieur convexe.

Évidemment, impossible encore de fouir avec une pareille tête.

Mais la *Tête globuleuse* et les *Yeux marginaux hypertrophiés*, — que nous rencontrons pareillement chez *Cystosoma neptuni*, Amphipode pélagique adapté à la Vie nectique dysphotique, — indiquent qu'*Æglina* était un Trilobite adapté également à la *Vie nectique dysphotique* (2).

(1) J. BARRANDE. *Système silurien, etc., Supplément*. Prague, 1872. Vol. I, p. 63.

(2) *Cystosoma neptuni* :

« The head is large and greatly inflated, and its upper surface is entirely occupied by two enormous faceted eyes reminding one of the eyes of *Æglina* among trilobites. »

« We have since taken several specimens at different stations in the Atlantic; and as a small male was in one case captured in the towing-net, there can be little doubt that, like *Phronima*, to which genus it is allied, *Cystosoma* is a pelagic animal, probably retiring during the day to a considerable depth, but occasionally coming to the very surface of the water. »

C. WYVILLE THOMSON. *Voyage of the Challenger : The Atlantic*. Londres, 1877. vol. I. pp. 129 et 131.



9. — D'autre part, la Vie nectique d'*Æglina prisca* est aussi une Vie nectique secondaire.

Car *Æglina* est une sorte d'*Asaphus* spécialisé.

Or, *Asaphus* a les yeux centraux (1). Donc la Vie nectique d'*Æglina* est postérieure à une Vie benthique.

Mais les Trilobites qui ont les yeux centraux ont eu, antérieurement, les yeux marginaux, comme le démontre l'ontogénie de *Dalmanites*, déjà cité (2).

Par conséquent, nous avons :

<i>Æglina.</i>	Yeux marginaux secondaires	Vie nectique secondaire
	↑	↑
<i>Asaphus.</i>	Yeux centraux primaires	Vie benthique primaire
	↑	↑
<i>Protaspis.</i>	Yeux marginaux primaires	Vie nectique primaire

10. — Contrôlons encore par l'Irréversibilité (3).

Si la Vie nectique d'*Æglina* est une Vie nectique secondaire, les Yeux ne doivent pas être marginaux de la même manière que dans la Vie nectique primaire.

Or, c'est, de nouveau, justement, ce qui est. Puisque nous avons :

GENRES.	VIE.	ÉVOLUTION YEUX.	POSITION YEUX.	JOUES MOBILES.
—	—	—	—	—
<i>Æglina.</i>	Nect. second.	Marg. second.	Latéraux glabelle	Envahies
	↑	↑	↑	↑
<i>Asaphus.</i>	Benth. prim.	Centr. prim.	Latéraux glabelle	Découvertes
	↑	↑	↑	↑
<i>Protaspis.</i>	Nect. prim.	Marg. prim.	Antérieurs glabelle	Absentes

(1) K. A. VON ZITTEL. *Text-Book*, etc., Vol. I, fig. 1302, p. 630.

(2) Il est vrai que, chez *Æglina*, les yeux ont déjà pris leur position et leurs dimensions définitives, ou presque, à un stade où il n'y a encore qu'un segment thoracique libre (J. BARRANDE. *Système silurien*, etc., *Supplément*. Prague, 1872. Vol. I, Pl. XIV, fig. 9 et 10).

Mais, d'abord, nous ne connaissons pas le *Protaspis* d'*Æglina*, et le stade avec un seul segment thoracique libre mesure 3 millimètres, c'est-à-dire au moins le triple.

Et puis, les organes hypertrophiés apparaissent prématurément dans l'ontogénie (J. MASSART. *La récapitulation et l'innovation en embryologie végétale*. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE BOTANIQUE DE BELGIQUE. 1894. Vol. XXXIII, p. 236).

Enfin, des yeux tels que ceux d'*Æglina* dérivent assurément d'yeux normaux : il ne serait donc pas étonnant que nous ayons affaire, ici, à un cas de condensation dans l'ontogénie (L. DOLLO. *Phylogénie des Dipneustes*, etc., p. 117).

(3) L. DOLLO. *Lois de l'Évolution*, etc., p. 165.



Ainsi, dans la *Vie nectique secondaire*, les Yeux ne reprennent pas la position qu'ils occupaient dans la *Vie nectique primaire* : — après la Migration centripète, tout d'une pièce, de l'OEil normal, qui ne couvre qu'une minime fraction de la surface des Joues mobiles, — la Migration centrifuge de la périphérie de l'OEil hypertrophié jusqu'à l'*envahissement quasi total des Joues mobiles*.

**11.** — Nous avons comparé *Æglina* à *Cystosoma*, autre cas de Convergence, chez un Trilobite et un Amphipode, dans le développement des yeux, pour l'adaptation à la *Vie dysphotique*.

Mais quelles sont, exactement, les mœurs de *Cystosoma*?

Ce Crustacé séjourne-t-il d'une manière permanente dans la *Région dysphotique*, — ou exécute-t-il des migrations nocturnes à la *Surface*, comme tant d'autres animaux pélagiques <sup>(1)</sup>?

Il semble qu'il exécute des *Migrations nocturnes* à la surface, car <sup>(2)</sup> :

« One of these, which was taken at the surface in the towing-net during the night, ... therefore it seems probable that, like many other pelagic animals which in the daytime live in a depth of 40-100 fathoms and come up only in the night, it retreats to a considerable depth; ... »

Et il en était peut-être bien de même d'*Æglina*, attendu qu'il y a des raisons de croire que ce Trilobite cherchait sa nourriture à la Surface.

**12.** — En effet, chez *Cystosoma*, les *yeux hypertrophiés* occupent uniquement la *face dorsale* de la tête.

Tandis que, chez *Æglina*, les *yeux hypertrophiés* sont beaucoup plus développés sur la *face ventrale* <sup>(3)</sup>, ou même se soudent ventralement en un *œil unique cyclopéen* <sup>(4)</sup>.

*Cystosoma* nageant le *dos en haut*, — pour placer *Æglina* dans une position correspondante par rapport à l'appareil visuel, il nous faut supposer que ce Trilobite nageait le *dos en bas*.

(1) « By far the greater part of the pelagic fauna is thus nocturnal in its appearance at the surface. In the day-time the animals composing it sink to considerable depths, and they rise only at night. »

H. N. MOSELEY. *Pelagic Life*, etc., p. 560.

(2) R. VON WILLEMOES-SUHM. *On a new Genus of Amphipod Crustaceans*. PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON. 1873. Vol. CLXIII, pp. 637 et 638.

(3) *Æglina prisca*.

(4) *Æglina armata*.



## VIE DYSPHOTIQUE GASTRONECTIQUE.

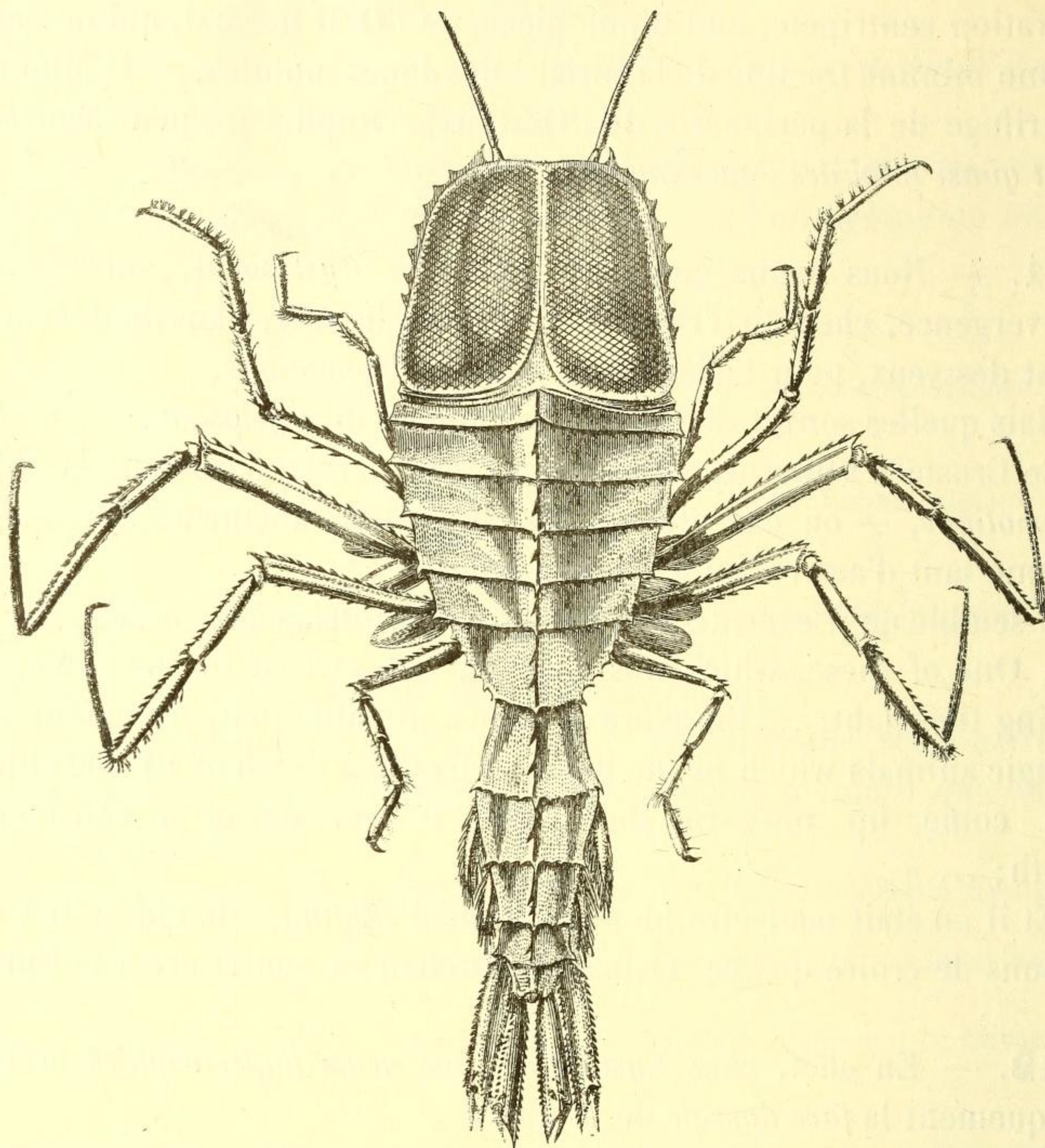


FIG. 11.

**Cystosoma neptuni,**

F. E. Guérin-Méneville, 1842.

**Holocène.**

Amphipodes. — Cystosomidæ.

Atlantique, Indique, Pacifique :

Zone pélagique.

Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>10, environ.

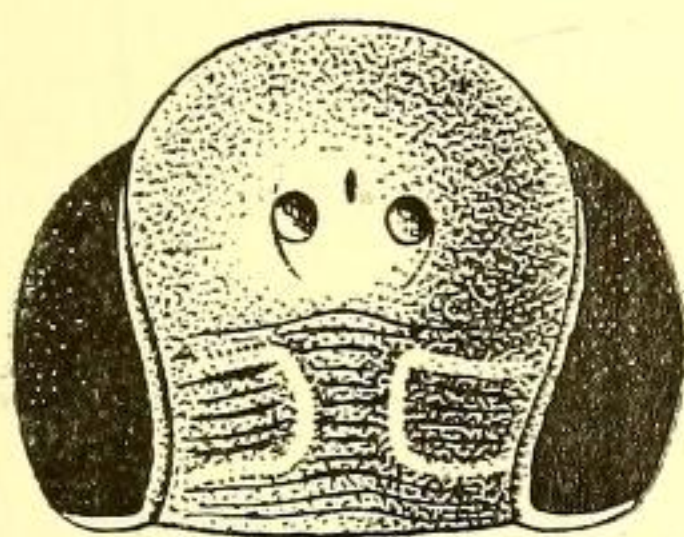
D'après R. von Willemoes-Suhm

(Transactions of the Linnean Society of London,  
1875, I, Pl. XI, fig. 4).

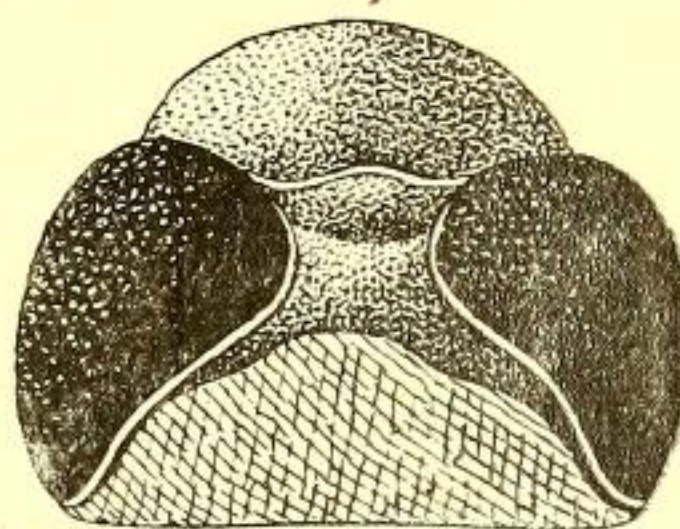
Pour montrer les Yeux marginaux hypertrophiés, Adaptation à la Vie nectique dysphotique, — et limités à la face dorsale de la tête, Adaptation à la Vie gastronectique.



VIE DYSPHOTIQUE NOTONECTIQUE.



Tête. — Vue dorsale.



Tête. — Vue ventrale.

FIG. 12. — *Æglina prisca*, J. Barrande, 1856.

Longueur totale : 0<sup>m</sup>05, environ.

**Silurien moyen (Ordovicien).**

Opisthoparia. — Asaphidæ.

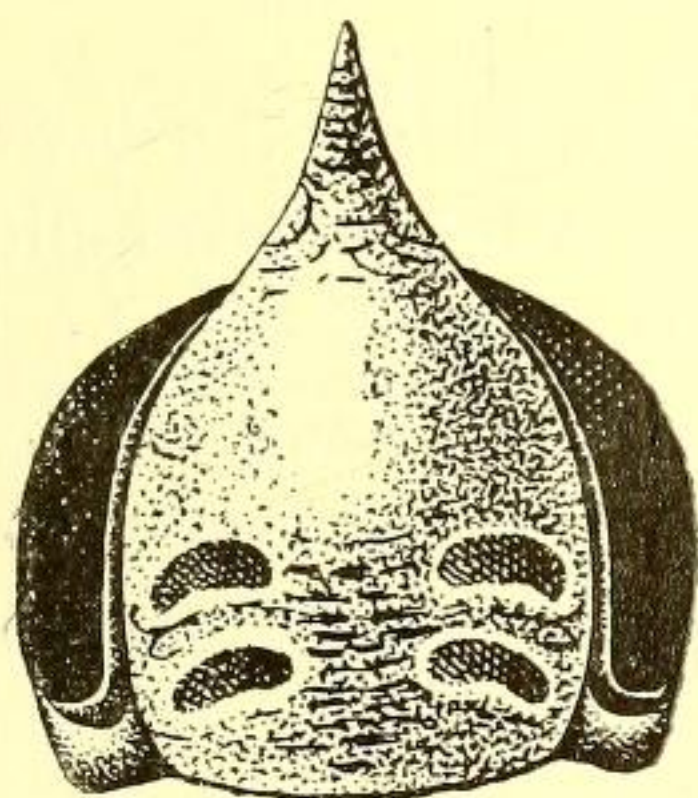
Bohême.

D'après J. Barrande

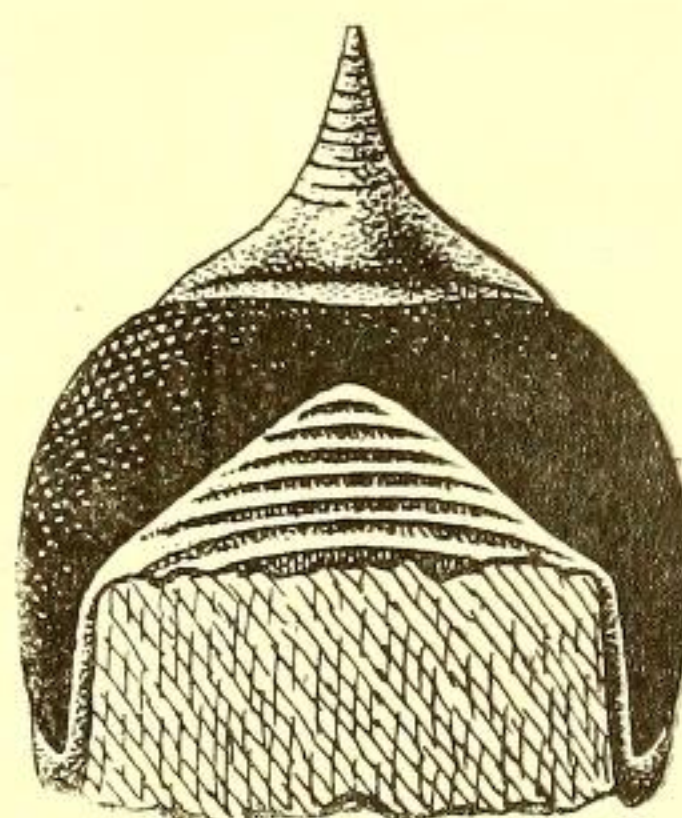
(Système silurien du centre de la Bohême.

Vol. I, suppl., Pl. V, fig. 4 et 6.

Prague, 1872).



Tête. — Vue dorsale.



Tête. — Vue ventrale.

FIG. 13. — *Æglina armata*, J. Barrande, 1872.

Longueur totale : 0<sup>m</sup>04, environ.

**Silurien moyen (Ordovicien).**

Opisthoparia. — Asaphidæ.

Bohême.

D'après J. Barrande

(Système silurien du centre de la Bohême.

Vol. I, suppl., Pl. XV, fig. 16 et 18.

Prague, 1872).

Pour montrer les Yeux marginaux hypertrophiés, Adaptation à la Vie nectique dysphotique, — et beaucoup plus développés sur la face ventrale que sur la face dorsale de la tête, Adaptation à la Vie notonectique.



**13.** — La natation le *dos en bas*, qu'on pourrait appeler *Vie notonectique*, est répandue chez les Animaux les plus variés :

1. Poissons : *Synodontis* (Siluride) <sup>(1)</sup>,
2. Insectes : *Notonecta* (Hémiptère) <sup>(2)</sup>,
3. Crustacés : *Branchipus* (Phyllopode) <sup>(3)</sup>,
4. Mollusques : *Paludina* (Gastropode) <sup>(4)</sup>, etc.

Quelle est la signification éthologique de cette position renversée par rapport à la position usuelle, le *dos en haut*, qu'on pourrait appeler *Vie gastronectique*?

Ne tire-t-elle pas son origine, actuelle ou passée, de ce que les *Animaux* adaptés à la *Vie notonectique* devaient avoir une attitude retournée pour prendre leur nourriture à la *Surface* même, sans sortir de l'eau?

**14.** — S'il en est réellement ainsi, — *Æglina* aurait été un Trilobite nageur, vu sa tête globuleuse et ses yeux marginaux, — à migrations nocturnes, pour venir prendre sa nourriture à la surface, vu ses yeux hypertrophiés sur la face ventrale, — *Vie notonectique dysphotique*.

(1) « The curious fact of *S. batensoda* and *S. membranaceus* having the lower parts darker than the upper appears to be connected with their habit of swimming in a reversed position, the belly turned upwards. This habit, known to the ancient Egyptians, who have frequently represented them in that attitude, has been described by Geoffroy, who says they nearly constantly swim on their back moving quite freely forwards or sideways; but if alarmed they revert to the normal position to escape more rapidly. These observations have been verified by Mr. Loat. »

G. A. BOULENGER. *The Fishes of the Nile*. Londres, 1907; p. 382.

« The African *Synodontis* are much in the habit of floating or swimming leisurely on the surface... »

G. A. BOULENGER. *Fishes (Teleostei)*. CAMBRIDGE NATURAL HISTORY. Londres, 1904. Vol. VII, p. 591.

(2) « They are said to be lighter than the water, and to have some difficulty in keeping away from the surface. »

D. SHARP. *Insects (Part II)*. CAMBRIDGE NATURAL HISTORY. Londres, 1909. Vol. VI, p. 567.

(3) « Die *Branchipus*-Arten sind durchsichtige, gestreckte (1-2 cm. lange) Tierchen, die man in kleinen Süßwasserpflützen findet; sie schwimmen ununterbrochen, mit der Bauchseite nach oben, umher. »

J. E. V. BOAS. *Lehrbuch der Zoologie*. Iéna, 1906; p. 243.

(4) « It floats habitually with its ventral surface upwards, its foot being applied to the surface of the water, just as is that of the common pond snail, *Paludina*, when the animal is creeping at the surface of the water. »

H. N. MOSELEY. *Pelagic Life*, etc., p. 560.



**15.** — Jusqu'à présent, nous avons trouvé, chez les *Trilobites* :

1. Vie benthique euphotique (*Homalonotus*);
2. Vie nectique euphotique (*Deiphon*);
3. Vie nectique dysphotique (*Æglina*).

Pour reprendre le parallèle avec les Ostracodermes et les Mérostromates, et pour mettre en évidence un nouveau cas de Convergence, nous devons découvrir, maintenant, la *Vie benthique aphotique* chez les Trilobites.

**16.** — Or, si nous considérons *Trinucleus concentricus*, nous y voyons <sup>(1)</sup> :

1. — La tête peltiforme, adaptation à la Vie benthique;
2. — L'absence d'yeux, adaptation à la Vie aphotique.

Donc, *Vie benthique aphotique*, de Fouisseur, avec séjour permanent dans la Vase <sup>(2)</sup>.

**17.** — D'un autre côté, la Vie benthique aphotique de *Trinucleus* a été précédée par une *Vie benthique euphotique*, — car on retrouve, pendant le jeune âge, conformément à la Loi de la Récapitulation, — des *yeux centraux temporaires*, témoignage de la Vie benthique euphotique passée <sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> W. B. SCOTT. *An Introduction to Geology*. New-York, 1908. Fig. 4, p. 576.

<sup>(2)</sup> « Both Professors A. E. Verrill and S. I. Smith agree that the characters of the appendages in *Trinucleus* indicate an animal of burrowing habit, which probably lived in the soft mud of the sea bottom, much after the fashion of the modern *Limulus*. In addition to its limuloid form, the absence of eyes seems to favor this assumption. So does the fact that many specimens have been found preserving the cast of the alimentary canal, showing that the animal gorged itself with mud like many other sea-bottom animals. »

C. E. BEECHER. *Structure and Appendages of Trinucleus*. AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE 1895. Vol. XLIX, p. 310.

D'accord, — mais *Limulus* est un Fouisseur avec séjour *intermittent* dans la profondeur de la Vase, — et *Trinucleus* est un Fouisseur avec séjour *permanent* dans la profondeur de la Vase : d'où la cécité de celui-ci.

<sup>(3)</sup> C. E. BEECHER. *Structure and Appendages of Trinucleus*, etc., Pl. III, fig. 1 et 2.

On a prétendu que la plupart des Trilobites aveugles n'avaient jamais eu d'yeux (F. R. COWPER REED. *Blind Trilobites*. GEOLOGICAL MAGAZINE. 1898. Vol. V, p. 559).

Je n'en crois rien, car l'apparition et la distribution des yeux chez les Organismes en général montrent que des formes aussi complexes que les Trilobites ne peuvent être privées d'yeux que si elles les ont perdus.

On a dit aussi que la majorité des Trilobites cambriens étaient aveugles (G. LIND-



## IV.

## CONCLUSIONS.

1. — La *Paléontologie* est une branche de la *Biologie*, non de la *Géologie*.

2. — Il y a trois grandes époques dans l'*Histoire de la Paléontologie* :

1. Époque fabuleuse (J. J. Scheuchzer);
2. Époque morphologique (G. Cuvier);
3. Époque transformiste (W. Kowalevsky).

3. — On peut envisager la *Paléontologie transformiste* sous deux aspects <sup>(1)</sup> :

1. — La *Paléontologie phylogénique*, qui recherche la filiation des Espèces, à l'aide des caractères héréditaires.

C'est la *Paléontologie de l'Hérédité*.

2. — La *Paléontologie éthologique*, qui recherche les mœurs des Organismes fossiles, pour découvrir les Convergences et éviter les erreurs dans l'établissement des liens de Parenté.

C'est la *Paléontologie de l'Adaptation*.

4. — La *Paléontologie éthologique* repose, naturellement, sur l'*Éthologie*, qui étudie les Conditions d'Existence, et, pour nous borner au

STRÖM. *Researches on the visual organs of the Trilobites*. KONGLIGA SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS HANDLINGAR. Stockholm, 1901. Vol. XXXIV, n° 8).

Qu'est-ce que cela prouve? Que les Trilobites étaient déjà anciens à cette époque reculée, et que nous sommes loin de les connaître tous :

« The superlative age of the Trilobites has been generally recognized, and is too well known to require more than a passing notice. Even in the earliest Cambrian, they bear evidence of great antiquity in their diversified form, their larval modifications, and their polymerous head and caudal shield, all of which features show that trilobite phylogeny must reach far back into pre-Cambrian times. » (C. E. BEECHER. *Larval Stages of Trilobites*, etc., p. 181.)

<sup>(1)</sup> Bien entendu, il ne s'agit pas, ici, de diviser la Paléontologie en deux branches étrangères l'une à l'autre, — mais, simplement, d'insister sur un double point de vue.



nécessaire, vu les exemples choisis plus haut, nous avons distingué, en ce qui concerne les *Organismes marins* :

1. Zone littorale,
2. Zone pélagique,
3. Zone abyssale.

1. Région euphotique,
2. Région dysphotique,
3. Région aphotique.

1. Vie nectique,
2. Vie planctique,
3. Vie benthique.

1. Vie gastronectique,
2. Vie notonectique,
3. Vie pleuronectique (1),
4. Vie hypsonectique (2).

1. Vie euphotique,
2. Vie dysphotique,
3. Vie aphotique.

5. — Après quoi, nous avons reconnu, comme un *Cas de Convergence* entre les *Ostracodermes* (Poissons), les *Mérostomates* (Arachnides) et les *Trilobites* (Crustacés) :

1. — Les *Yeux marginaux* et la *Queue en palette*, adaptation à la *Vie nectique* ;

2. — Les *Yeux centraux* et la *Queue en pointe*, adaptation à la *Vie benthique*.

(1) *Pleuronectidæ* : « Flat-fishes when adult live always on the bottom, and swim with an undulating motion of their body. »

A. GÜNTHER. *An Introduction to the Study of Fishes*. Édimbourg, 1880 ; p. 554.

(2) Natation avec l'axe cérébro-spinal vertical :

*Hippocampus*, *Amphisile*, *Acantharchus*, têtard de *Megalophrys*.

A. WILLEY. *Zoological Results based on material from New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and elsewhere*. Cambridge, 1902 ; pp. 718 et 719.

« The only other attitude which I desire to mention is the vertical attitude assumed by some fishes. Some years ago I described and published an ideal picture of the vertical swimming attitude of *Amphisile strigata* (*Zoological Results*, etc., p. 719). More recently the late M. W. Saville Kent told me that he had seen the same thing, and had kept the fish in an aquarium, whereas I had only seen it from a boat, swimming in a small shoal in the sea. I was glad of the confirmation of the vertical attitude ; but upon showing my figure to M. Saville Kent, he pointed out to me that the head is not directed upwards, as there represented, but downwards, as if to feed from the bottom. What I saw were swimming in mid-water, and as the body has a pronounced amphioxine form, it was impossible to be certain which end was uppermost. This uncommon vertical attitude, with head directed downwards is not without parallel amongst fishes, having been observed by Dr. Abbott in the case of the » mud sunfish « (*Acantharchus pomotis*) in 1884. »

A. WILLEY. *Forms, Markings, and Attitudes in Animal and Plant Life*. NATURE. Londres, 1909. Vol. LXXX, p. 247.

« One of the most extraordinary kinds of tadpoles is that of *Megalophrys montana*. Mr. Annandale (Skeat Expedition) found it at Bukit Besar, Malay Peninsula, from 2000 to 3000 feet above the level of the sea. The tadpoles were found in the beginning of the month of May 1899 in sandy streams and in pools of rain-water ; they floated in a vertical position, the peculiar membranous funnel-shaped expansion of the lips acting as surface-floats. The inside of the funnel is beset with radiating series of little horny teeth, and the whole apparatus is possibly used for scraping the under-surface of the leaves of water-plants in search of food. Total length of the tadpoles 1 inch. »

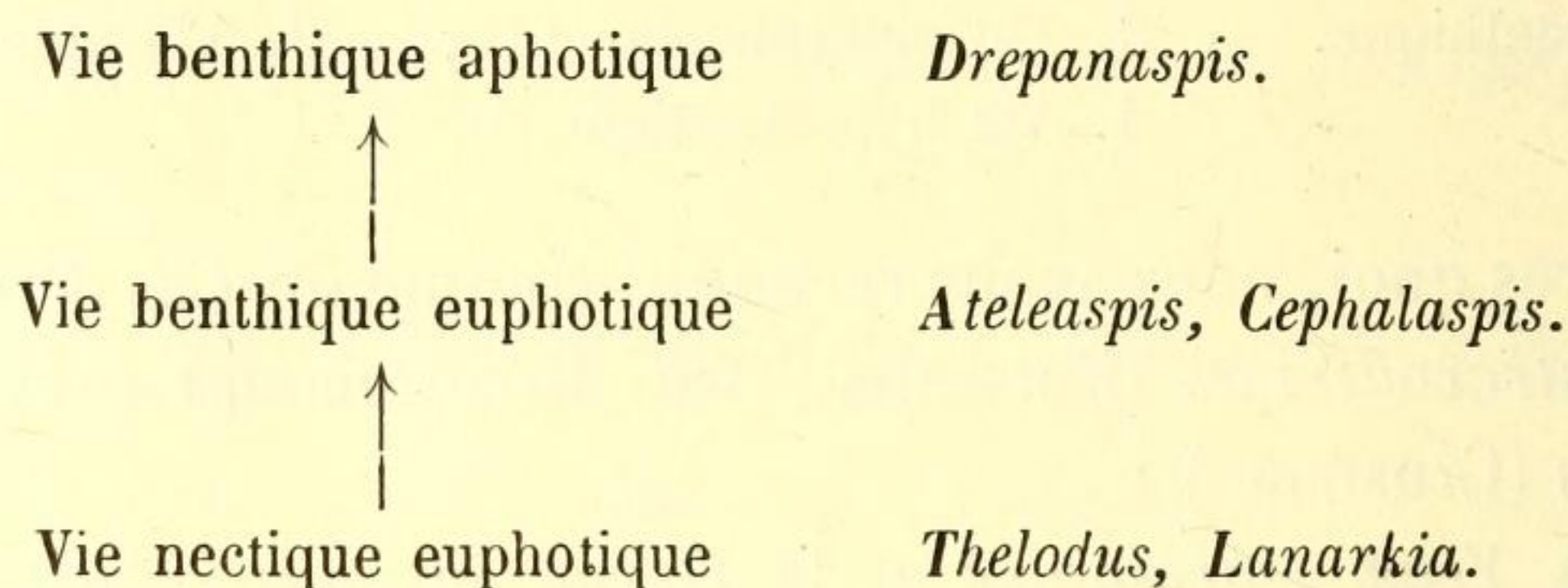
H. GADOW. *Amphibia and Reptiles*. CAMBRIDGE NATURAL HISTORY. Londres, 1901. Vol. VIII, p. 59.



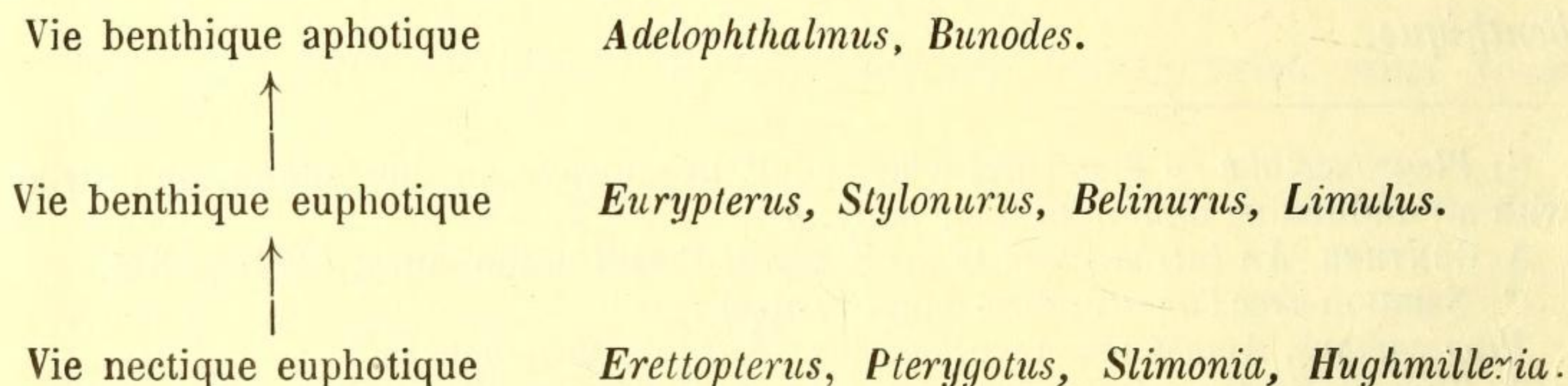
Ce qui écarte, une fois de plus, toute pensée de Parenté directe entre les Vertébrés et les Arthropodes.

6. — Enfin, nous avons réussi à déterminer, au moins comme une première esquisse, l'*Évolution des Conditions d'Existence* pour les trois groupes considérés :

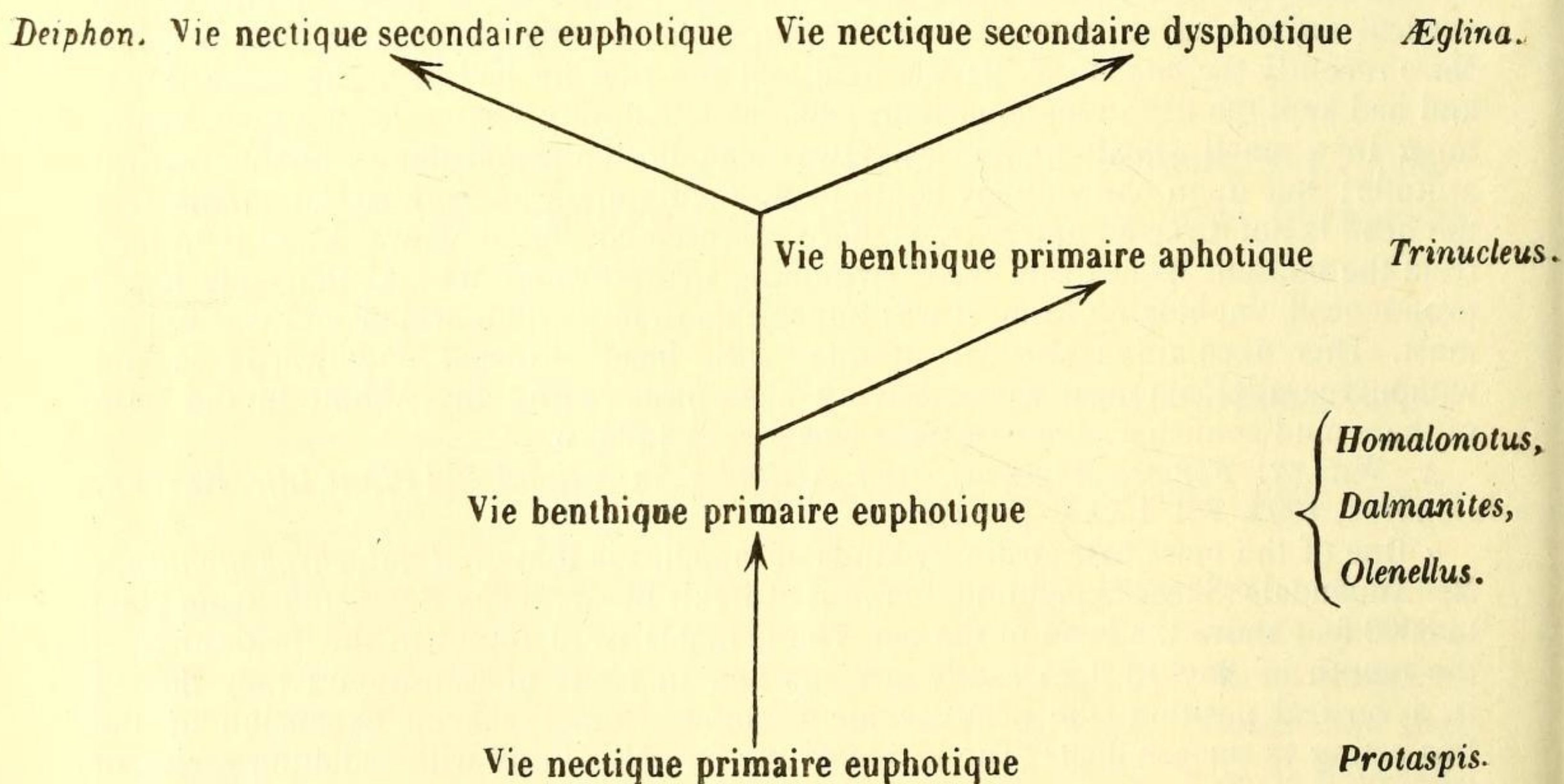
I. — OSTRACODERMES.



II. — MÉROSTOMATES.



III. — TRILOBITES.



7. — Sans doute, parmi les idées que nous avons développées au cours de cette leçon, il y en a qui présentent encore, — comme les arbres phylogéniques, d'ailleurs, — un caractère conjectural.



Nous ne sommes pas, ici, dans le domaine de l'expérience : c'est pourquoi nous ne pouvons offrir de véritables démonstrations, mais, uniquement, de simples *interprétations* des faits.

Nous cherchons à comprendre la Nature. C'est une tâche difficile. Et encore plus pour le Passé, qui est fragmentaire de toutes manières.

Pour atteindre notre but, il nous faut un fil conducteur, car, comme l'a écrit l'illustre Stas, un des hommes les moins enclins à se laisser séduire par les théories <sup>(1)</sup> :

« Celui qui observe ou expérimente à l'aventure n'est à mes yeux qu'un *empirique*, du travail duquel il n'y a rien à attendre. »

8. — Le temps confirmera ou infirmera nos interprétations. Mais ne faut-il rien tenter?

Au surplus, — et c'est là l'important, — ces *interprétations* sont susceptibles de contrôle, — et les *contrôles successifs et convergents* finissent par leur donner *force démonstrative*, quand ils sont suffisamment nombreux et répétés.

C'est ce qu'exprime très bien le célèbre naturaliste anglais Wallace, — l'émule de l'immortel Charles Darwin, dans la découverte de la Sélection naturelle, — lorsqu'il dit <sup>(2)</sup> :

« There is no more convincing proof of the truth of a comprehensive theory, than its power of absorbing and finding a place for new facts, and its capability of interpreting phaenomena which had been previously looked upon as unaccountable anomalies <sup>(3)</sup>. »

<sup>(1)</sup> J. S. STAS. *La science et l'imagination*. BULLETINS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE. 1880. Vol. L, p. 421.

<sup>(2)</sup> A. R. WALLACE. *Natural Selection and Tropical Nature*. Londres, 1891 ; p. 34.

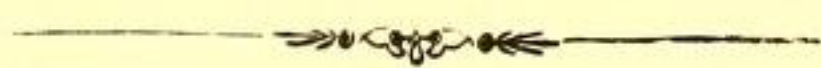
<sup>(3)</sup> J'ai été heureux de voir mes idées sur la *Paléontologie éthologique*, — exprimées, pourtant, jusqu'ici, d'une manière fragmentaire, — accueillies déjà avec faveur de différents côtés :

« L'auteur qui, à ma connaissance, a le mieux compris la valeur de l'éthologie pour la phylogénie paléontologique est DOLLO. Le travail par lequel il démontre l'origine arboréale des *Marsupiaux*, ainsi que son récent mémoire sur l'*Eochelone brabantica*, peuvent être cités comme modèles du genre et méritent de trouver des imitateurs. »

C. EMERY. *Éthologie, Phylogénie et Classification*. COMPTES RENDUS DU SIXIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DE ZOOLOGIE. Berne, 1904 ; p. 166.

« Mit Hilfe dieser ethologischen Betrachtungsweise, deren Begründer L. Dollo ist, sind schon viele Probleme gelöst worden, so dass die ethologische Analyse eine der wichtigsten und erfolgreichsten Methoden der modernen Biologie geworden ist. Ich verweise nur auf die Klärung der *Dipneustenfrage* und der *Stammesgeschichte der Lederschildkröte*, die wir dem obererwähnten Autor verdanken. »

G. SCHLESINGER. *Zur Phylogenie und Ethologie der Scombresociden*. VERHANDLUNGEN D. K. K. ZOOL.-BOT. GESELLSCHAFT IN WIEN. 1909. Vol. LIX, p. 303.









ADAPTATION DES OSTRACODERMES  
A LA VIE BENTHIQUE DÉPRESSIFORME EUPHOTIQUE.

Vertébrés craniotes. — Poissons agnathostomes.

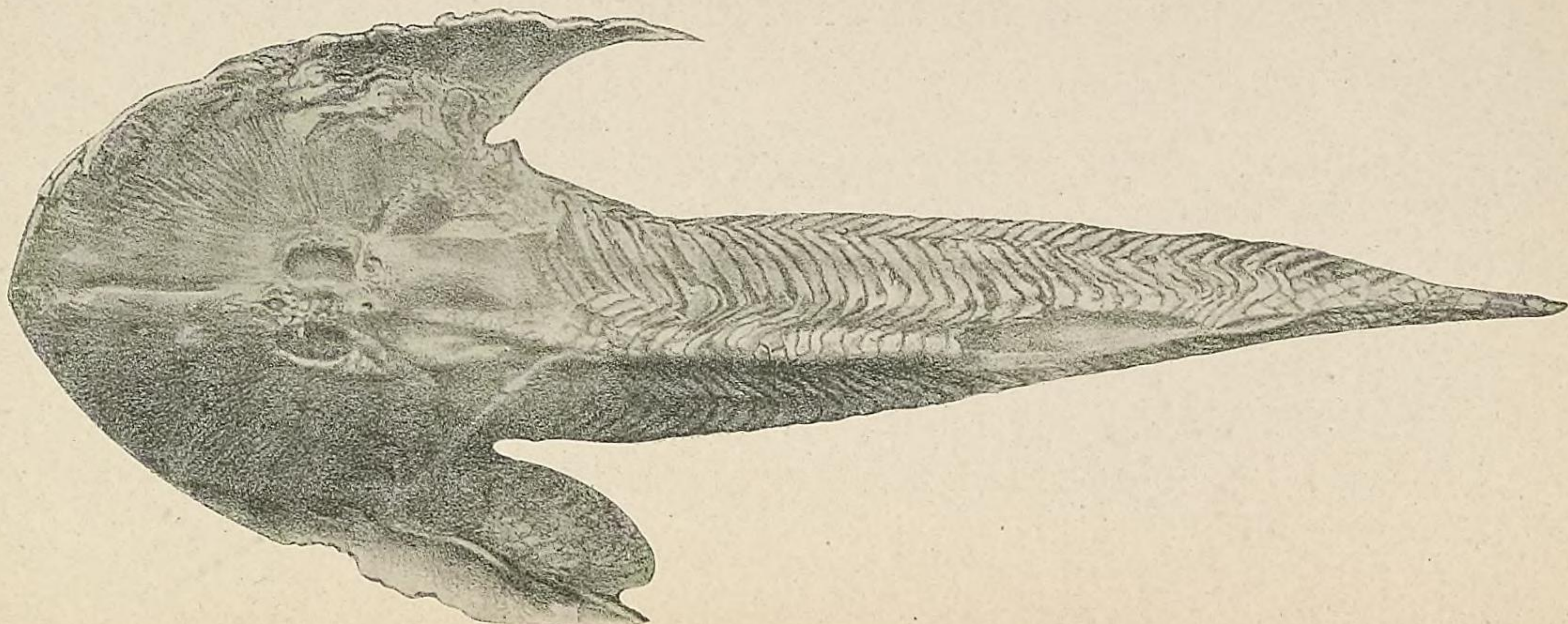


FIG. 1. — *Cephalaspis Lyelli*, L. Agassiz, 1835. — **Dévonien inférieur.**  
Ostracodermes. — Osteostraci. — Cephalaspidæ.

Glamis, Forfarshire (Ecosse). — Vue dorsale. — Longueur : 0<sup>m</sup>20, environ.

D'après E. Ray Lankester (Palæontographical Society, 1870, XXIII, Pl. VIII, fig. 1).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels, Adaptation à la Vie benthique dépressiforme euphotique.



FIG. 2. — *Cephalaspis Lyelli*, L. Agassiz, 1835. — **Dévonien inférieur.**  
Ostracodermes. — Osteostraci. — Cephalaspidæ.

Arbroath, Forfarshire (Ecosse). — Profil gauche. — Longueur : 0<sup>m</sup>20, environ.

D'après E. Ray Lankester (Palæontographical Society, 1870, XXIII, Pl. XI, fig. 1).

Pour montrer la Queue dans le prolongement direct de l'axe longitudinal du corps, ou Géphyrocerque hétérocerque, Adaptation à la Vie benthique.

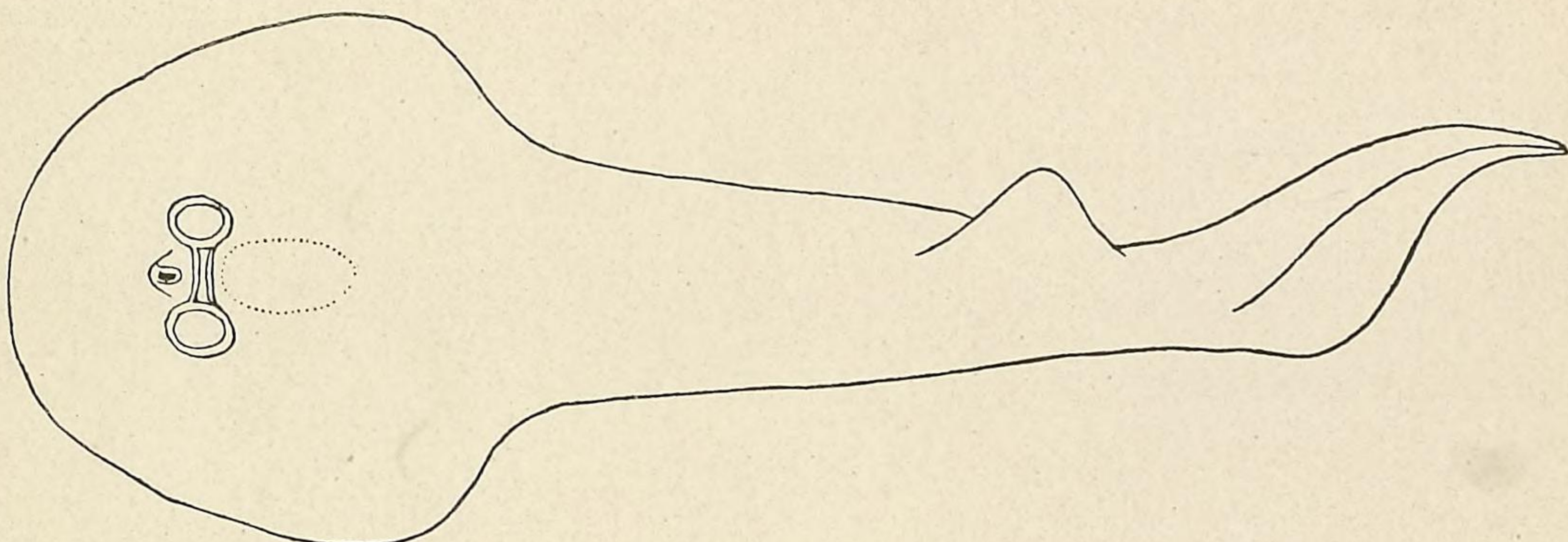


FIG. 3. — *Ateleaspis tessellata*, R. H. Traquair, 1899. — **Silurien supérieur (Passage Beds).**  
Ostracodermes. — Osteostraci. — Cephalaspidæ.

Birkenhead Burn, Lanarkshire (Ecosse). — Tête et corps, vue dorsale ; Queue, profil gauche. — Longueur : 0<sup>m</sup>20, environ.

D'après R. H. Traquair (Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1905, XL, p. 884, fig. 3).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels, Adaptation à la Vie benthique dépressiforme euphotique, — et la Queue rhipidicerque hétérocerque unilobée, étape de l'Adaptation à la Vie benthique.

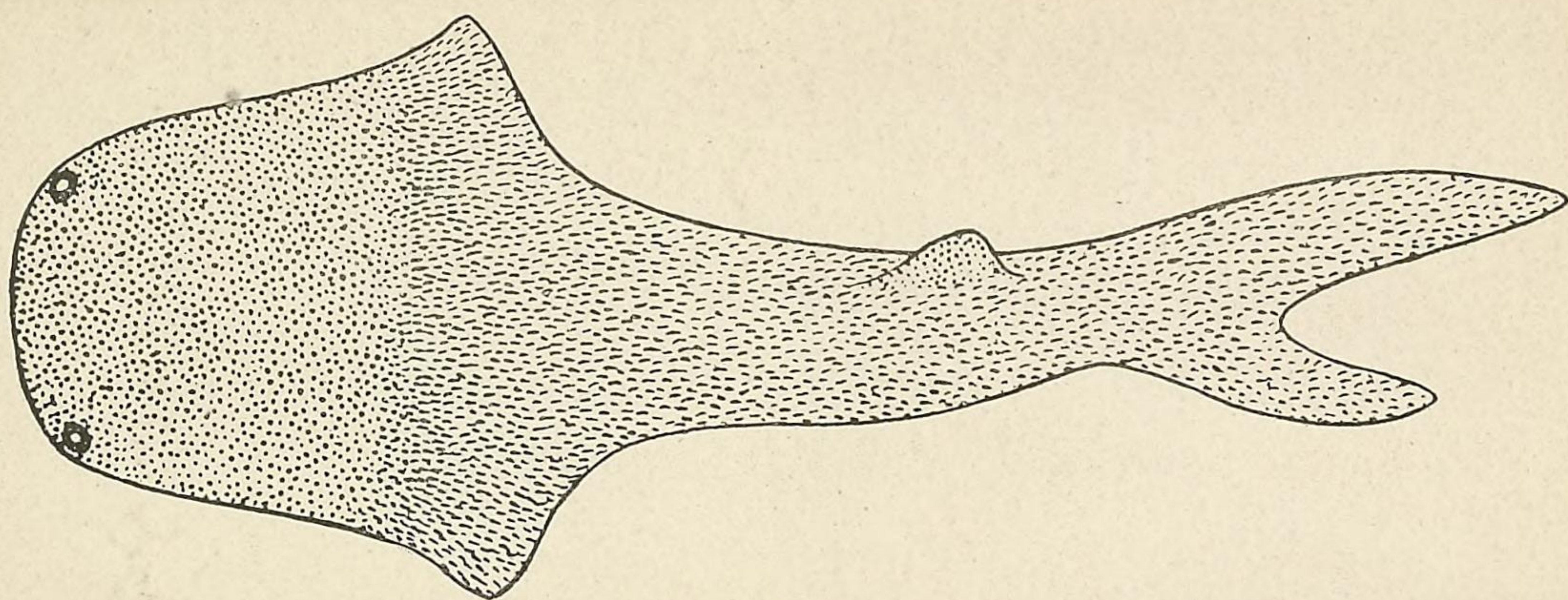


FIG. 4. — *Thelodus scoticus*, R. H. Traquair, 1898. — **Silurien supérieur (Ludlow et Passage Beds).**  
Ostracodermes. — Heterostraci. — Cœlolepidæ.

Logan Water, Lanarkshire (Ecosse). — Tête et corps, vue dorsale ; Queue, profil gauche. — Longueur : 0<sup>m</sup>20, environ.

D'après R. H. Traquair (Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1905, XL, p. 881, fig. 1).

Pour montrer les Yeux marginaux fonctionnels, Adaptation à la Vie nectique euphotique, — et la Queue rhipidicerque hétérocerque bilobée, Adaptation à la Vie nectique.

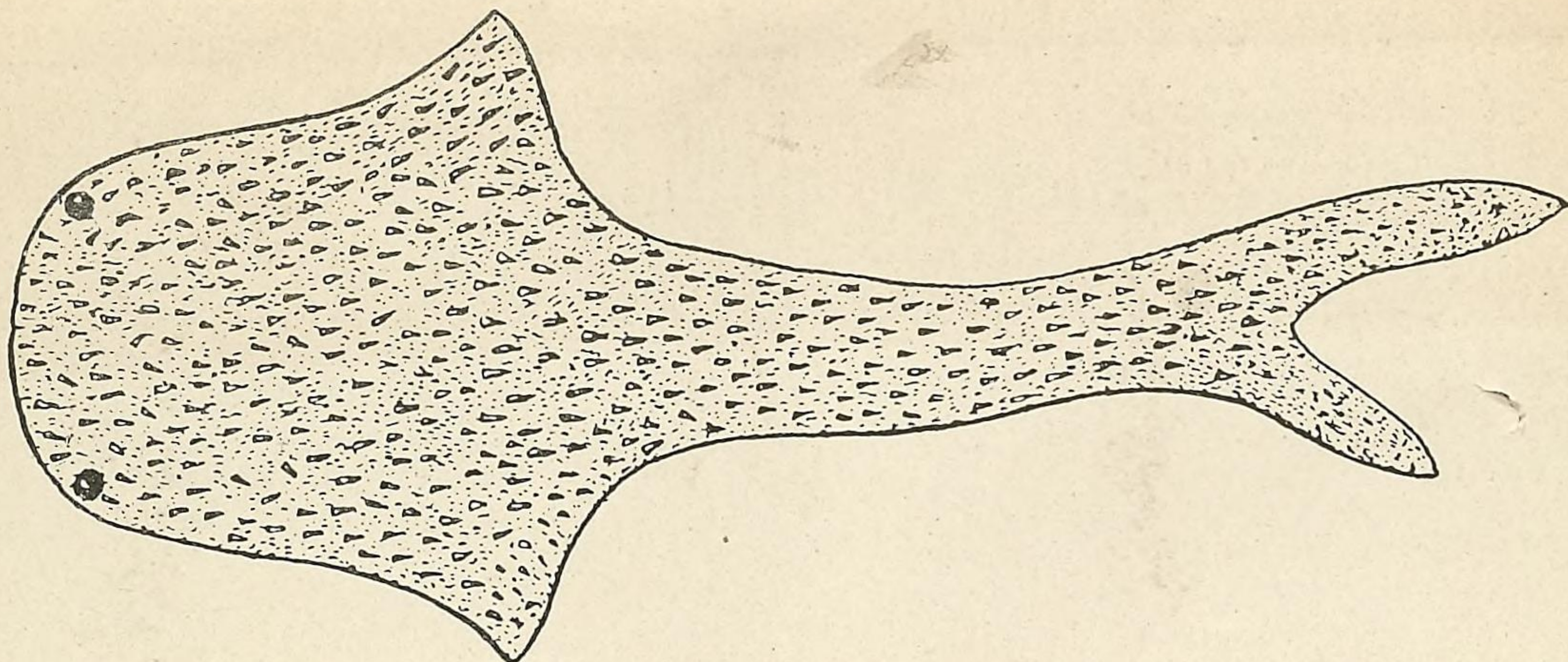


FIG. 5. — *Lanarkia spinosa*, R. H. Traquair, 1898. — **Silurien supérieur (Passage Beds).**  
Ostracodermes. — Heterostraci. — Cœlolepidæ.

Seggholm, Lanarkshire (Ecosse). — Tête et corps, vue dorsale ; Queue, profil gauche. — Longueur : 0<sup>m</sup>15, environ.

D'après R. H. Traquair (Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1905, XL, p. 881, fig. 2).

Pour montrer les Yeux marginaux fonctionnels, Adaptation à la Vie nectique euphotique, — et la Queue rhipidicerque hétérocerque bilobée, Adaptation à la Vie nectique.



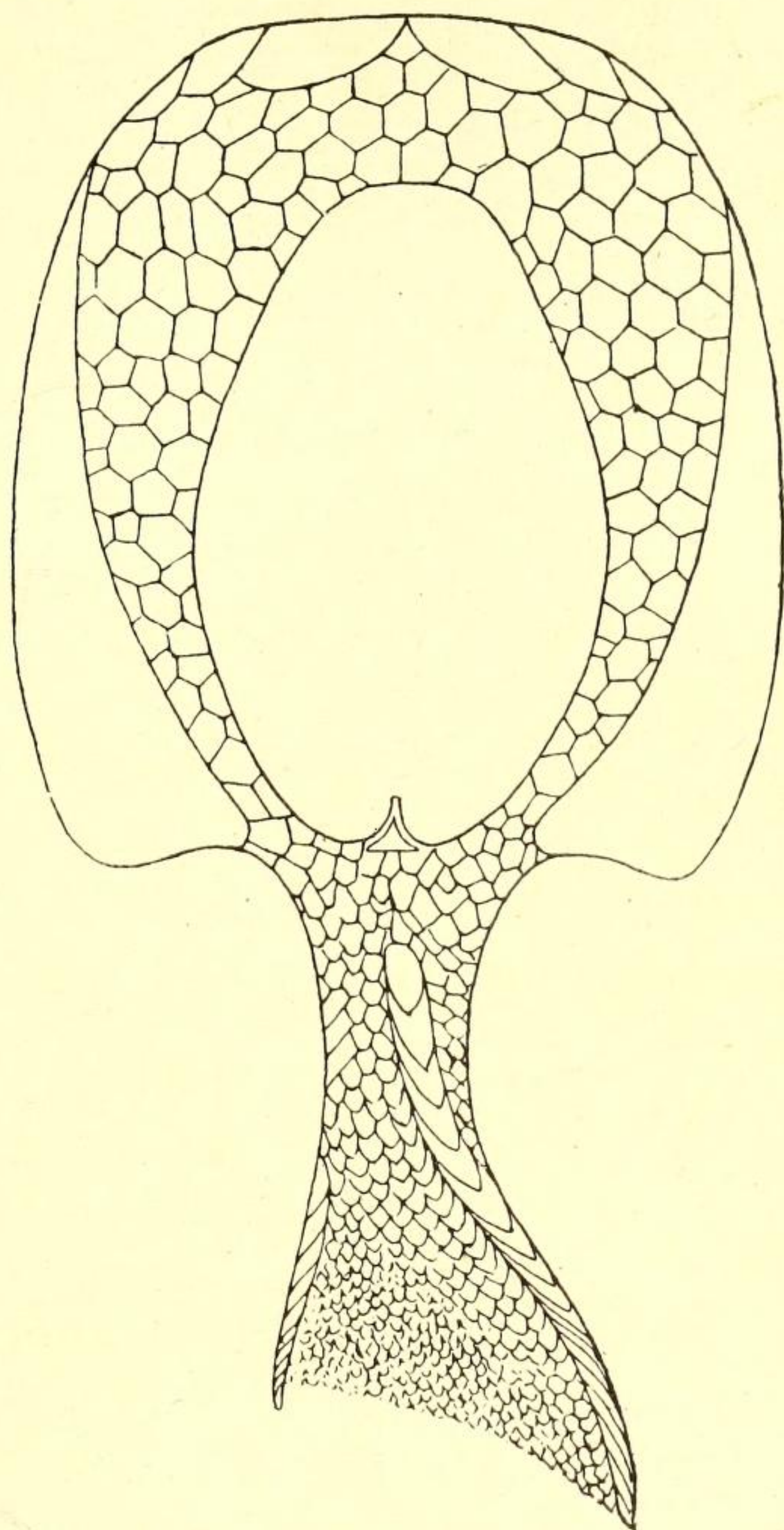


FIG. 4.

**Drepanaspis gemündenensis,**

C. Schlüter, 1887.

**Dévonien inférieur.**

Ostracodermes. — Heterostraci. — Drepanaspidæ.

Gemünden, Hunsrück (Allemagne).

Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>45, environ. — Largeur : 0<sup>m</sup>23, environ.

D'après R. H. Traquair

(Transactions of the Royal Society of Edinburgh,

1905, XL, p. 726, fig. 1).

Pour montrer l'absence d'Yeux, Adaptation à la Vie benthique dépressiforme aphotique (vu le corps dépressiforme), — et la Queue rhipidicerque hétérocerque tronquée, étape de l'Adaptation à la Vie benthique.



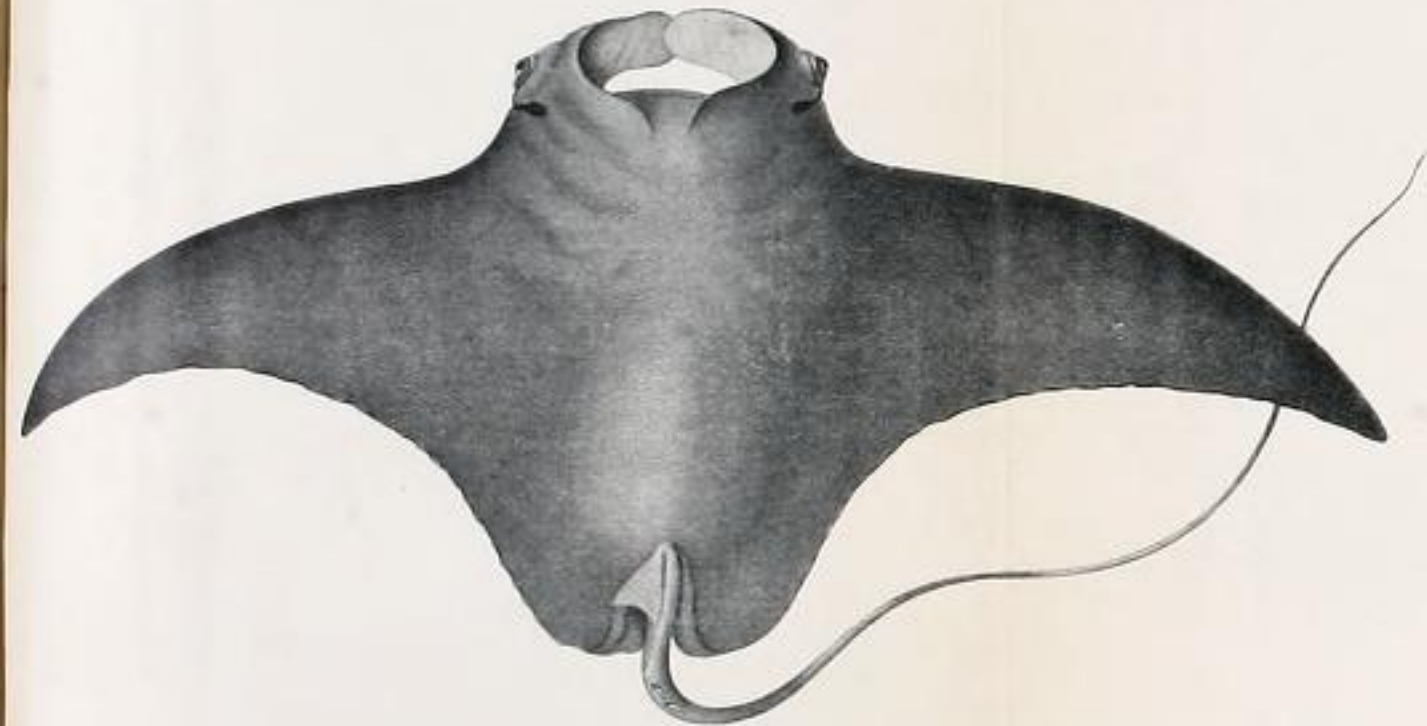


FIG. 1.

**Ceratoptera vampyrus,**  
S. L. Mitchill, 1823.

**Holocène.**

Chondroptérygiens. — Plagiostomes. — Myliobatidæ.  
Océan Atlantique (Zone Pélagique).  
Vue dorsale.

Longueur : 6<sup>m</sup>00, environ. — Largeur : 6<sup>m</sup>00, environ.  
D'après A. Valenciennes  
(G. Cuvier, Règne animal : Poissons.  
Paris, 1836-46. Pl. CXIX).

Pour montrer les Yeux marginaux secondaires fonctionnels, Adaptation à la Vie nectique secondaire euphotique, — et la Queue géphyrocerque hétérocerque flagelliforme, Adaptation à la Vie benthique dépressiforme passée.

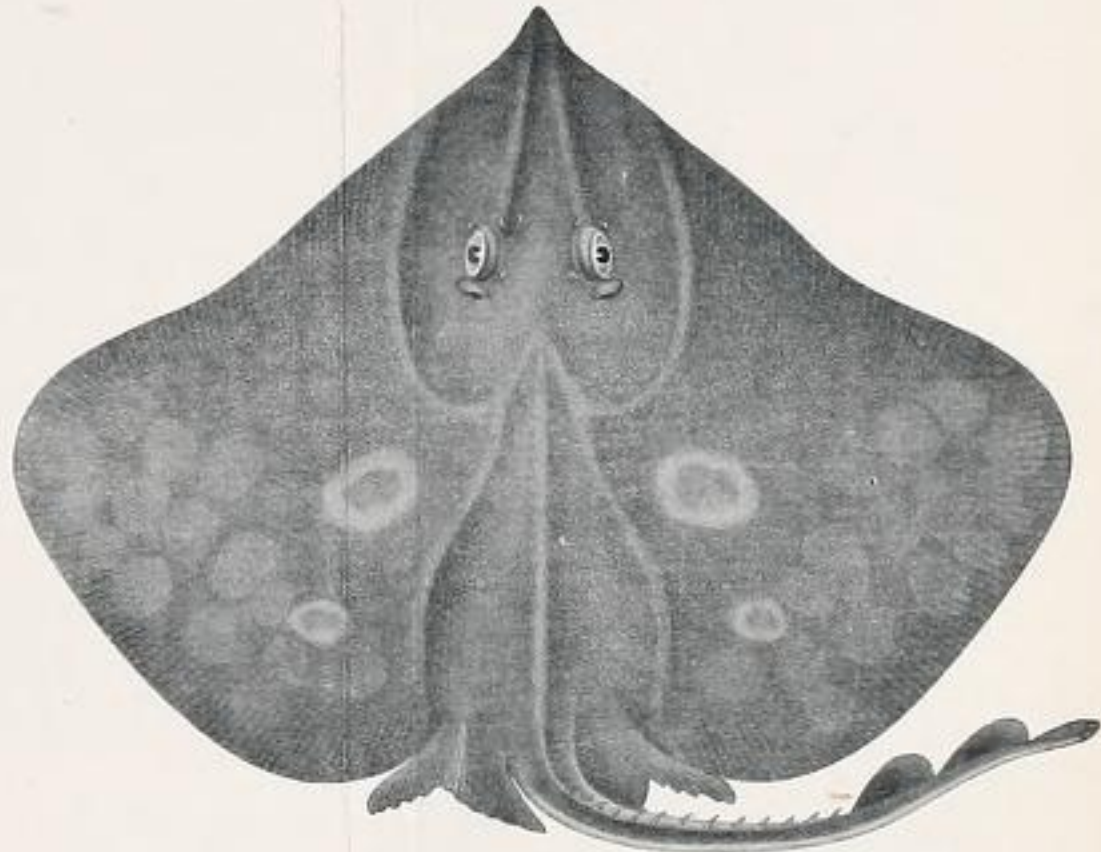


FIG. 2.

**Raja batis,**  
C. Linné, 1758.

**Holocène.**

Chondroptérygiens. — Plagiostomes. — Rajidæ.  
Mers d'Europe (Zone Littorale).  
Vue dorsale.

Longueur : 2<sup>m</sup>25, environ. — Largeur : 1<sup>m</sup>75, environ.  
D'après F. Day  
(The Fishes of Great Britain and Ireland.  
Londres, 1880-84. Pl. CLXVI).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels, Adaptation à la Vie benthique dépressiforme euphotique, — et la Queue géphyrocerque hétérocerque frangée dorsalement, Adaptation à la Vie benthique dépressiforme actuelle.



FIG. 3.

**Benthobatis Moresbyi,**  
A. Alcock, 1898.

**Holocène.**

Chondroptérygiens. — Plagiostomes. — Torpedinidæ.  
Océan Indien (Zone Abyssale).  
Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>35, environ. — Largeur : 0<sup>m</sup>13, environ.  
D'après A. Alcock  
(Illustrations of the Zoology of the R. I. M. S. S.  
Investigator : Fishes. Calcutta, 1899. Pl. XXVI, fig. 1).

Pour montrer les Yeux centraux atrophiés, Adaptation à la Vie benthique dépressiforme aphotique, — et la Queue rhipidicerque hétérocerque tronquée, étape de l'Adaptation à la Vie benthique.

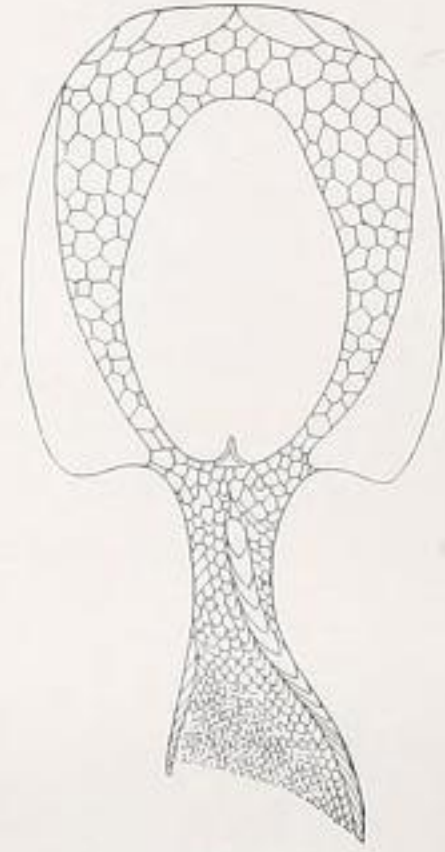


FIG. 4.

**Drepanaspis gemündenensis,**  
C. Schlüter, 1887.

**Dévonien inférieur.**

Ostracodermes. — Heterostraci. — Drepanaspidæ.  
Gemünden, Hunsrück (Allemagne).  
Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>45, environ. — Largeur : 0<sup>m</sup>23, environ.  
D'après R. H. Traquair  
(Transactions of the Royal Society of Edinburgh,  
1905, XL, p. 726, fig. 1).

Pour montrer l'absence d'Yeux, Adaptation à la Vie benthique dépressiforme aphotique (vu le corps dépressiforme), — et la Queue rhipidicerque hétérocerque tronquée, étape de l'Adaptation à la Vie benthique.



Am

3

u

r,

p

l

rl

sa

c

I

(M

X

n

Ac

Qu



## ADAPTATION DES MÉROSTOMATES A LA VIE NECTIQUE ET A LA VIE BENTHIQUE.

Arthropodes. — Acérates. — Arachnides.

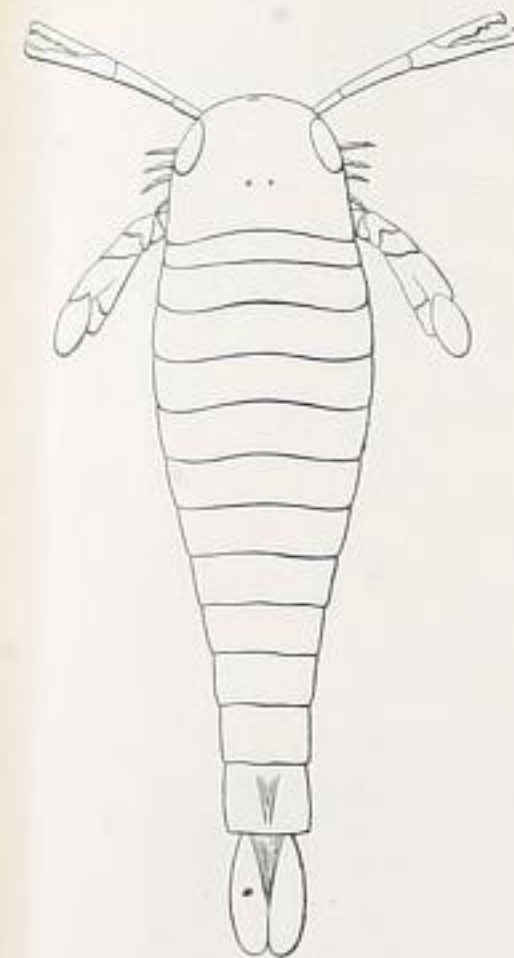


FIG. 1.

**Erettopterus osiliensis,**  
F. Schmidt, 1883.

**Silurien supérieur.**

Gigantostracés. — Eurypteridæ.

Rootziküll, Oesel (Russie).

Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>75, environ.

D'après F. Schmidt

(Mém. Acad. Sc. St-Petersbourg, 1883, XXXI,  
n° 5, 72, fig. 1A).

Pour montrer les Yeux marginaux fonctionnels,  
Adaptation à la Vie nectique euphotique, — et la  
Queue platyure bilobée, Adaptation à la Vie nectique.

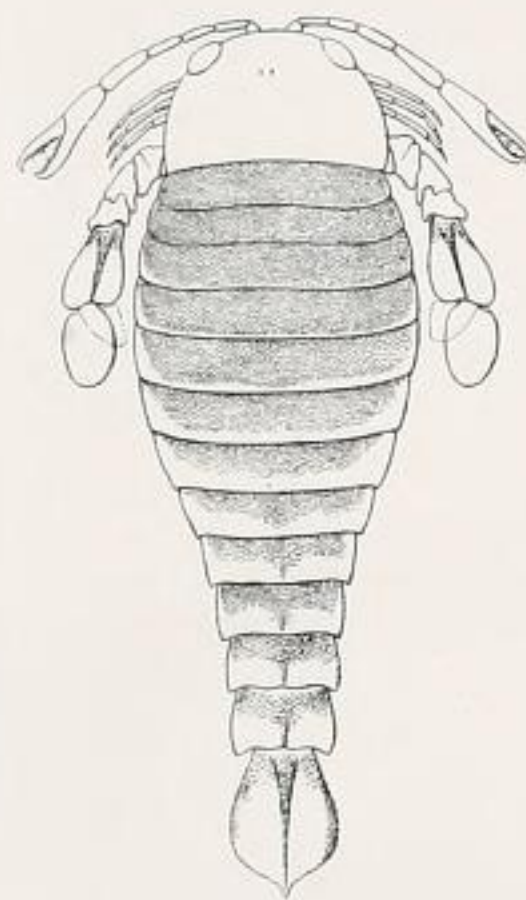


FIG. 2.

**Pterygotus anglicus,**  
L. Agassiz, 1844.

**Dévonien inférieur.**

Gigantostracés. — Eurypteridæ.

Turin Hill, Forfarshire (Ecosse).

Vue dorsale.

Longueur : 1<sup>m</sup>80, environ.

D'après H. Woodward

(Palæontographical Society, 1866, XIX,  
Pl. VIII, fig. 2).

Pour montrer les Yeux marginaux fonctionnels,  
Adaptation à la Vie nectique euphotique, — et la  
Queue platyure pointue, Adaptation moins parfaite à  
la Vie nectique.

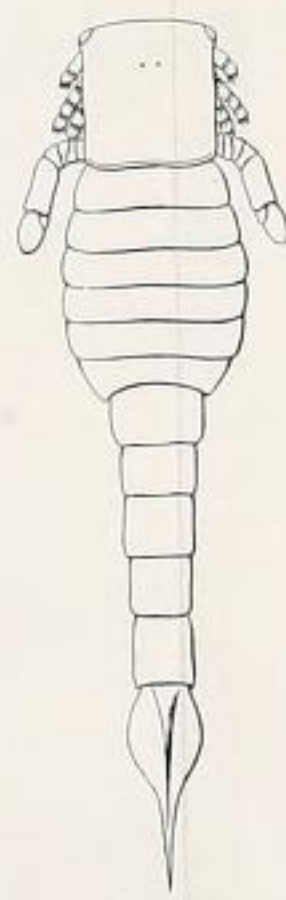


FIG. 3.

**Slimonia acuminata,**  
J. W. Salter, 1855.

**Silurien supérieur.**

Gigantostracés. — Eurypteridæ.

Lesmahagow, Lanarkshire (Ecosse).

Vue dorsale.

Longueur : 1<sup>m</sup>20, environ.

D'après M. Laurie

(Transactions of the Royal Society  
of Edinburgh, 1893, XXXVII, Pl. II, fig. 9).

Pour montrer les Yeux marginaux fonctionnels,  
Adaptation à la Vie nectique euphotique, — et la  
Queue platyure terminée en pointe étirée, Adaptation  
encore moins parfaite à la Vie nectique.

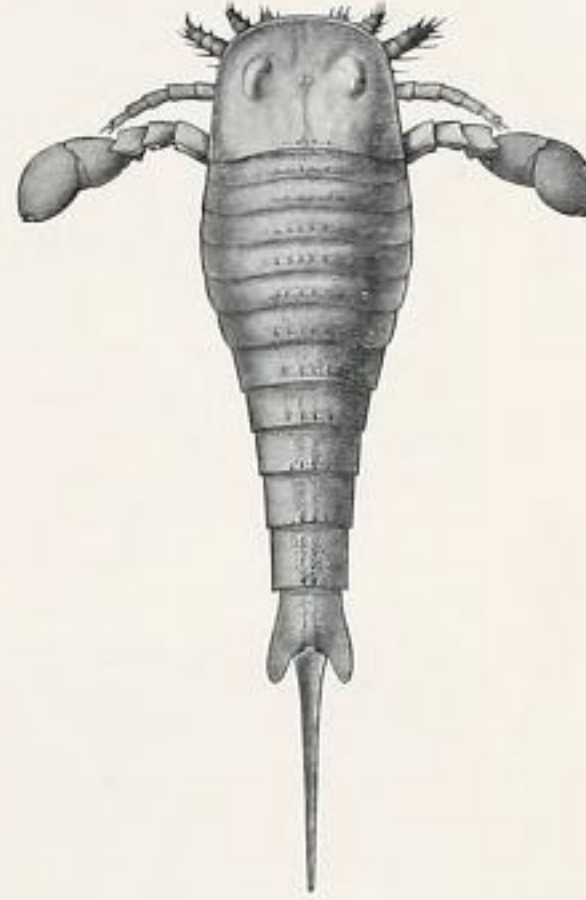


FIG. 4.

**Eurypterus Fischeri,**  
E. von Eichwald, 1857.

**Silurien supérieur.**

Gigantostracés. — Eurypteridæ.

Rootziküll, Oesel (Russie).

Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>20, environ.

D'après G. Holm

(Mém. Acad. Sc. St-Petersbourg, 1898, VIII,  
n° 2, Pl. I, fig. 1).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels,  
Adaptation à la Vie benthique euphotique, — et la  
Queue xiphosure, Adaptation à la Vie benthique.



FIG. 5.

**Stylonurus Lacoanus,**  
E. W. Clappole, 1883.

**Dévonien supérieur.**

Gigantostracés. — Eurypteridæ.

Meshoppen, Pensylvanie (Etats-Unis).

Vue dorsale.

Longueur : 1<sup>m</sup>50, environ.

D'après C. E. Beecher

(American Journal of Science, 1900, X,  
Pl. I).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels,  
Adaptation à la Vie benthique euphotique, — et la  
Queue xiphosure, Adaptation à la Vie benthique.



FIG. 6.

**Bunodes lunula,**  
E. von Eichwald, 1854.

**Silurien supérieur.**

Xiphosures. — Hemiaspidæ.

Rootziküll, Oesel (Russie).

Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>05, environ.

D'après F. Schmidt

(Mém. Acad. Sc. St-Petersbourg, 1883, XXXI,  
n° 5, Pl. VII, fig. 1).

Pour montrer l'absence d'Yeux, Adaptation à la  
Vie aphotique, — et la Queue xiphosure, Adaptation  
à la Vie benthique.



FIG. 7.

**Limulus polyphemus,**  
C. Linné, 1758.

**Holocène.**

Xiphosures. — Limulidæ.

Côtes orientales de l'Amérique du Nord.

Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>50, environ.

D'après J. van der Hoeven

(Rech. Hist. nat. et Anat. Limules.  
Leyde, 1838. Pl. VI, fig. 1).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels,  
Adaptation à la Vie benthique euphotique, — et la  
Queue xiphosure, Adaptation à la Vie benthique.



OBITES A L

Arthropodes.

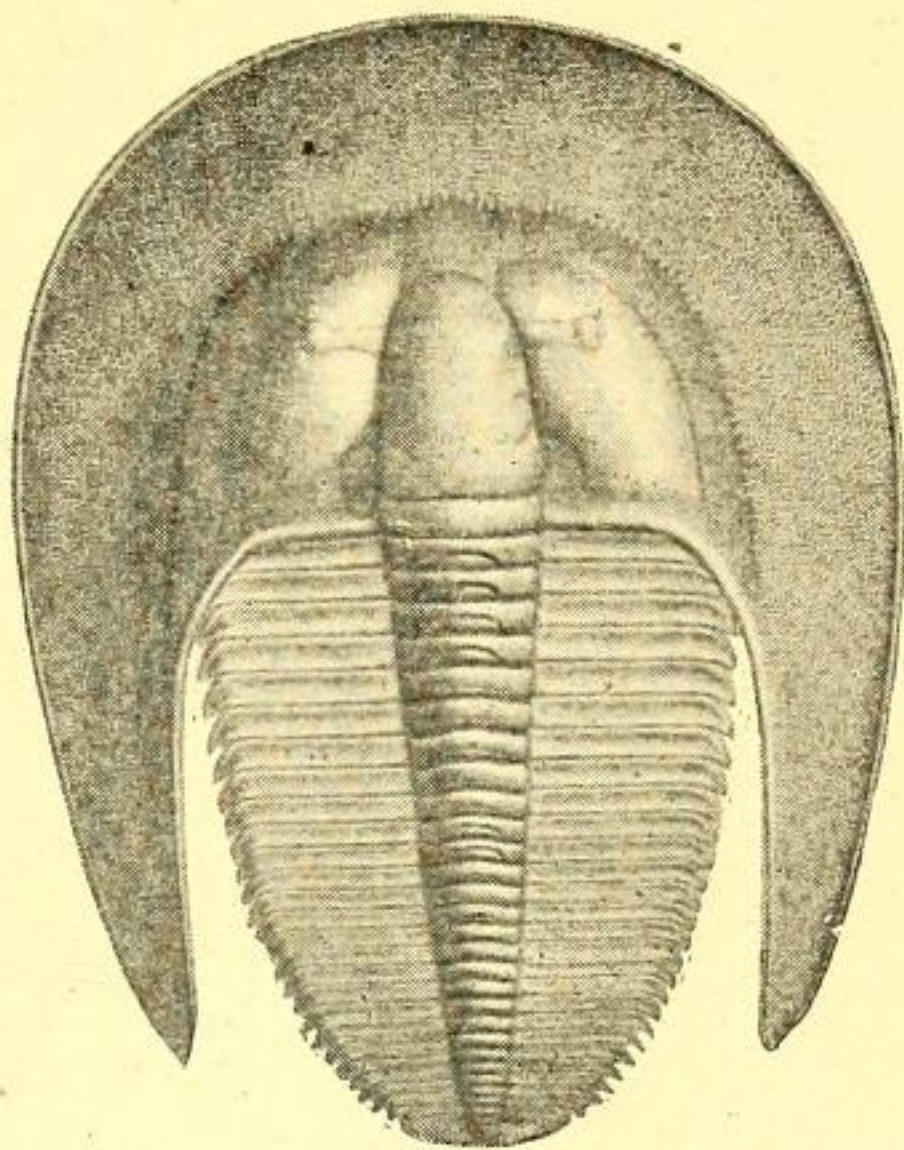


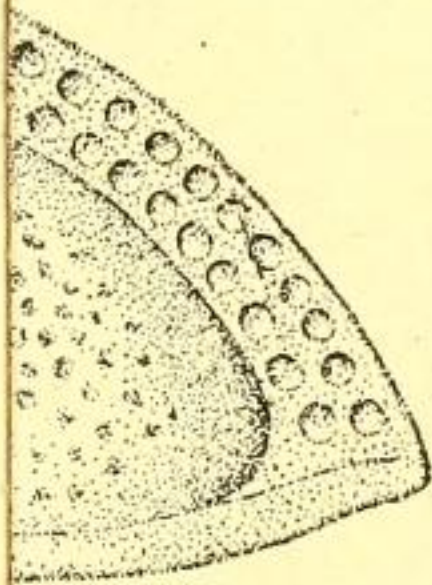
FIG. 5.

**Harpes ungula,**  
K. von Sternberg, 1833.  
**Silurien supérieur.**  
Harpedidæ.  
Bohême.  
Vue dorsale.

Longueur : 0<sup>m</sup>045, environ.  
D'après J. Barrande  
(Syst. silur. Bohême. Vol. I,  
Pl. IX, fig. 1. Prague, 1852).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels,  
hypertrophiés, à la Vie benthique euphotique, — et  
dysphotopeltiforme, Adaptation à la Vie benthique.  
Adaptation à la

NCENTRICUS.



re.  
nm. London.  
7, III, Pl. III, fig 895, XLIX, Pl. III, fig. 1).  
— et leur transformées, témoignage de la  
ique. e.

LO. — LA P



# ADAPTATION DES TRILOBITES A LA VIE NECTIQUE ET A LA VIE BENTHIQUE.

Arthropodes. — Antennates. — Crustacés.



FIG. 1.  
**Dalmanites socialis**,  
J. Barrande, 1846.  
Silurien moyen.  
Phacopidæ.  
Bohême.  
Vue dorsale.  
Longueur : 0<sup>m</sup>10, environ.  
D'après C. E. Beecher  
(American Geologist, 1895, XVI,  
Pl. IX, fig. 11).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels, Adaptation à la Vie benthique euphotique, — et le Pygidium xiphosure, Adaptation à la Vie benthique.



FIG. 2.  
**Deiphon Forbesi**,  
J. Barrande, 1852.  
Silurien supérieur.  
Cheiruridæ.  
Bohême.  
Vue dorsale.  
Longueur : 0<sup>m</sup>03, environ.  
D'après J. Barrande  
(Syst. silur. Bohême. Vol. I, suppl.,  
Pl. II, fig. 19. Prague, 1872).

Pour montrer les Yeux marginaux secondaires fonctionnels, Adaptation à la Vie nectique secondaire euphotique, — et le Pygidium platyure échancré, Adaptation à la Vie nectique secondaire.



FIG. 3.  
**Aeglina prisca**,  
J. Barrande, 1856.  
Silurien moyen.  
Asaphidæ.  
Bohême.  
Vue dorsale.  
Longueur : 0<sup>m</sup>05, environ.  
D'après J. Barrande  
(Syst. silur. Bohême. Vol. I, suppl.,  
Pl. XIV, fig. 1. Prague, 1872).

Pour montrer les Yeux marginaux secondaires hypertrophiés, Adaptation à la Vie nectique secondaire dysphotique, — et la Tête globuleuse, Adaptation à la Vie nectique.



FIG. 4.  
**Trinucleus concentricus**,  
A. Eaton, 1832.  
Silurien moyen.  
Trinucleidæ.  
Etats-Unis.  
Vue dorsale.  
Longueur : 0<sup>m</sup>03, environ.  
D'après W. B. Scott  
(An Introduction to Geology.  
New-York, 1908. P. 576, fig. 4).

Pour montrer l'absence d'Yeux, Adaptation à la Vie aphotique, — et la Tête peltiforme, Adaptation à la Vie benthique.



FIG. 5.  
**Harpes ungula**,  
K. von Sternberg, 1833.  
Silurien supérieur.  
Harpedidæ.  
Bohême.  
Vue dorsale.  
Longueur : 0<sup>m</sup>045, environ.  
D'après J. Barrande  
(Syst. silur. Bohême. Vol. I,  
Pl. IX, fig. 1. Prague, 1852).

Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels, Adaptation à la Vie benthique euphotique, — et la Tête peltiforme, Adaptation à la Vie benthique.

## ONTOGÉNIE DE DALMANITES SOCIALIS.



FIG. 6.  
**Protaspis**.  
Entier.  
Segments libres : 0  
Longueur totale : 0,75 mm.

D'après J. Barrande, adapté par C. E. Beecher (American Journal of Science, 1897, III, Pl. III, fig. 5 à 8).

Pour montrer les Yeux marginaux primaires fonctionnels, Adaptation à la Vie nectique primaire euphotique, — et leur transformation en Yeux centraux primaires fonctionnels, Adaptation à la Vie benthique primaire euphotique.



FIG. 7.  
**4<sup>e</sup> stade embryonnaire**.  
Tête.  
Segments libres : 3  
Longueur totale : 1,25 mm.



FIG. 8.  
**8<sup>e</sup> stade embryonnaire**.  
Tête.  
Segments libres : 7  
Longueur totale : 3,50 mm.



FIG. 9.  
**Adulte**.  
Tête.  
Segments libres : 11  
Longueur totale : 100 mm.

## ONTOGÉNIE DE TRINUCLEUS CONCENTRICUS.

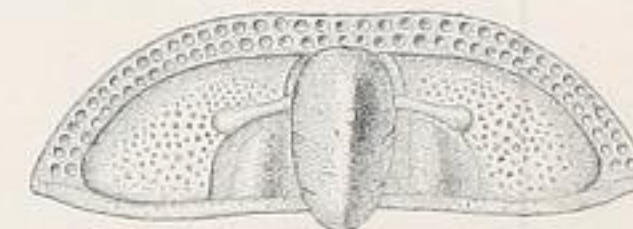


FIG. 10.  
**Individu jeune**.  
Tête. — Largeur : 2 mm., environ.  
D'après C. E. Beecher (American Journal of Science, 1895, XLIX, Pl. III, fig. 1).  
Pour montrer les Yeux centraux fonctionnels temporaires, témoignage de la Vie benthique euphotique passée.